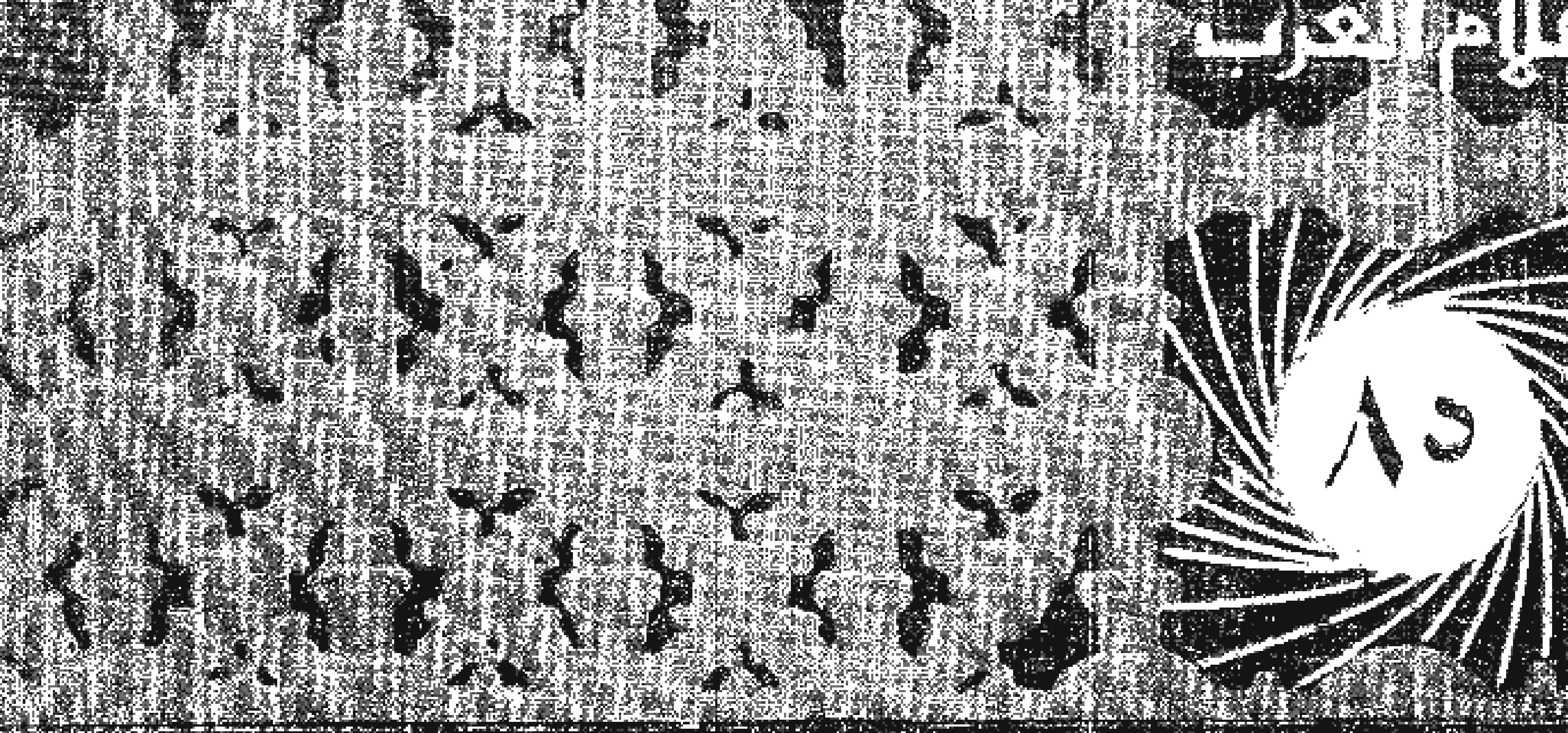
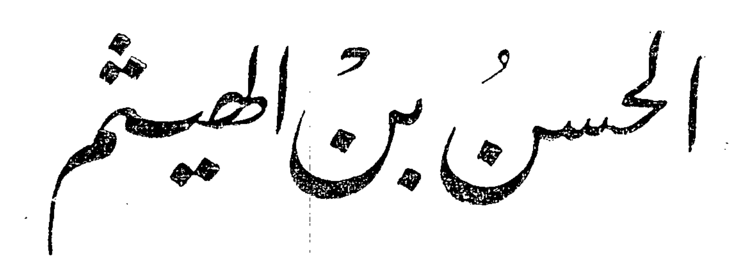


الحسن بن الهيثم


مرکز تحقیقات کامپیوتری علوم اسلامی

أعلام العرب

٨٥



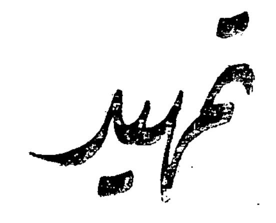
الحسن بن الهيثم

تأليف

أحمد سعيد الدمرداش

المؤسسة المصرية العامة للتأليف والنشر
دار الكاتب العربي للطباعة والنشر

فرع مصر — ١٩٦٩



تمهيد

هلموا هلموا يا من بالتراث تؤمنون ، لقد انتفض الفكر الاسلامى كله فى القرن العاشر الميلادى بعد تيقظ طويل ، انتفض كعصفور بلله قبل الصباح ندى !! واقع الأمر انتفاضتان ، وحوله جوارح الطير من حضارات أخرى سابقة .

انتفاضة العقل ، وكانت للطبيعيات ركيزة ، فأمست للعلوم رياشا وزيا ، وانتفاضة القلب ، وكانت للالهيات دعامة ، فأصبحت للنفوس أثاثا وريا !!

وعرف المستعمر ثقل التراث ، فأراد لنا عزلة منه ، واستحوذ على الكثير منه فأراد له تشويها وبترا ، استحوذ عليه من دورنا ومساجدنا وأسواقنا ، فى غفلة منا ، وغدا الشرق الاسلامى كله شيخا تربا بعد أتراب ، وشاب فكره وتحجر بعد طول اعشاب ..

وتراث ابن الهيثم جم غزير ، طمسته الشعوبية والتعصب المذهبى حقبة من زمان ، وعرفه المستشرقون الأجانب فأولوه قدره ، وفى مرحلة اليقظة ثم الوعى أحسسنا مكانته فى تاريخ العلم ..

كانت أول محاولة للتعرف به ، تلك التى قام بها « على يوسف » المهندس والآل خبرة بالمحاكم ، والعضو بجمعية المهندسين بانجلترا ، فى رسالة قصيرة عنوانها « القول فى الضوء » لابن الهيثم ، وذلك منذ أربعين عاما ، رسالة صغيرة فى بضع صفحات لم تفتق رتق سمع !!

ثم أعقبتها رسالة أخرى للأستاذ « عبد الحميد حمدى » حين كان مدرسا أول بالمدارس الثانوية ، تقدم بهـا لنيل جائزة أعلنت عنها وزارة المعـارف عام ١٩٣٨ م ، فنالها وطبعت تحت عنوان « رسالة الحسن بن الهيثم فى الضوء » ، طبعتها جمعية المعلمين ، وقد قرأتها فما وجدت فيها سوى ركية بكية ، وخلية خلية ..

ورتبت كلية الهندسة بجامعة القاهرة سلسلة من المحاضرات عام ١٩٣٩ م احياء لذكرى ابن الهيثم ، وتخليدا لاسمه ، وابتدأها أستاذ ورئيس قسم الطبيعة فيها وقتذاك الأستاذ مصطفى نظيف ، فأفعم منـه سجلا ، ثم أتبع سجلا ..

وأعقب ذلك تأليفـه المتن العميق « الحسن بن الهيثم ، بحوثه وكشوفه البصرية » متن من جزئين ، تناول فيه دراسة ابن الهيثم دراسة أكاديمية ، أبهرت المستشرقين فى ثرائها ، دراسة لا يفهمها الا كل مستوعب لعلم الضوء ، وله دراية بالرياضيات العالية ، وظهر المتن عام ١٩٤٢ م ، ثم تبعته دراسات عن ابن الهيثم قامت بها الجمعية المصرية لتاريخ العلوم التى أتشرف بأمانة صندوقها ، وجمعت فى عـددها الصـادر

عام ١٩٥٨ م ، غير أن هذه الدراسات قد غفلت بعض نواحى ابن الهيثم ..

ولما كلفتنى دار الكاتب العربى بمهمة تأليف كتاب عن ابن الهيثم فى سلسلة أعلام العرب ، رأيت أن ألم الشعث لجميع النواحى الناقصة فى شىء من التبسيط ، لكى يقرؤه المثقفون فى يسر وسهولة ، اذ جعلت الصعوبة فيه متدرجة ، حتى يعرف الجميع كيف كان الفكر العربى منذ تسعمائة عام أو يزيد ، وكيف ساقط هذا الفكر درا ، حلى الطروسا ..

ايه يا تاريخ العلم ! جواب آفاق ترامت سفرتك !!

لقد جاءك ابن الهيثم بفكر جديد ، وعلم أصيل فى شتى نواحى المعرفة ، واستلهم علماء النهضة فى أوروبا منه الكثير ، وهم منكرون فضله ، فعساى أن أكون قد وفيت لابن الهيثم بعض قدره ، فى هذه العجالة القصيرة ، وتبا لها من عجالة ، اذ كان أولى لها أن تكون موسوعة ، تسدى دينا طال أمده لابن الهيثم ، دينا يدين به العالم الاسلامى كله .

والله الموفق .

أحمد سعيد الدمرداش

الأستاذ بكليتى الفنون التطبيقية والجميلة

شارع الهرم ــ ديسمبر سنة ١٩٦٨



معالم الطريق

انسان وافر النصيب من ثناء الناس ، ومن ثناء الذين لا يثنون على أحد الا بمقدار ، انسان كان يرى قرب العلم قربى ، ومغناه غنية ، ترفع عن المال والجاه فعاش عيشة ضنكا ..

قضى ردحا من الزمن فى الشام فى كنف أمير من أمرائها ، وأغدق عليه الأمير نعمه وعطاياه ، فرفض ابن الهيثم العطايا قائلا :

« يكفينى قوت يومى ، وتكفينى جارية وخادم ، فما زاد على قوت يومى ان أمسكته كنت خازنك ، وان أنفقته كنت قهرمانك ووكيلك ، واذا اشتغلت بهذين الأمرين ، فمن الذى يشتغل بأمرى وعلمى ؟ » .

وما قبل بعد ذلك الا نفقة أحتاج اليها . ولباسا وسطا .

حياة القفطى فى « اخبار العلماء بأخبار الحكماء » قائلا :

« الحسن بن الحسن بن الهيثم أبو على المهندس البصرى ، نزيل مصر ، صاحب التصانيف والتواليف المذكورة فى علم

الهندســـة ، كان عالما بهذا الشأن متقنا له ، متفننا فيه ، قيما بغوامضه ومعانيه ، مشاركا فى علوم الأوائل ، أخذ الناس عنــه واستفادوا منه » .

وحياه البيهقى فى « تاريخ حكماء الاسلام » .

« الحكيم بطليموس الثانى أبو على بن الهيثم ، كان تلو بطليموس فى العلوم الرياضية والمعقولات ، وتصانيفه أكثر من أن تحصى ، وله فى الأخلاق رسالة لطيفة ما سبقه بها أحد ، وقد صنف كتابا فى الحيل ، وبين فيه حيلة اجراء نيل مصر عند نقصانه فى المزارع » .

وحياه جورج سارتون وهو من أعاظم مؤرخى العلم . قال :

« وهو أعظم عالم فيزيقى مسلم ، وأحد كبار العلماء الذين بحثوا فى البصريات فى جميع العصور ، وقد كان فوق ذلك فلكيا ورياضـــيا وطبيبـــا ، وله شروح على مؤلفـــات أرسطوطاليس وجالينوس ، والترجمة اللاتينيـــة لكتابه المنـــاظر ــ وهو أهم مؤلفاته ــ كانت لها أثر عظيم على العلم فى الغرب ، خصوصا على « روجير بيكون » ، « كپلر » ، وفيهـــا يتجلى الرقى العظيم الذى وصلت اليه الطرق التجريبية » .

وذكره « جوزيف هل » فى مؤلفه عن الحضارة الاسلامية قائلا :

« ولقد اتجه ابن الهيثم بأبحاثه الى دراسة « الحجرة المظلمة » وربما كان « روجير بيكون » أول من تمكن من الانتفاع بها ، ويجب أن يعتزى لابن الهيثم فضل التفريق بين الظل وشبه الظل ، ولقد ترجمت بحوث ابن الهيثم فى البصريات الى اللغتين اللاتينيـــة والايطالية ، فأفادت « كپلر » كمرشـــد أمين له اعتمـــد عليها فى بحوثه ، ومن المحتمل أيضا أن يـــكون « ليوناردو دافنشى » قد علم بمؤلفات ابن الهيثم ، وأن يكون قد استخدمها » .

وقال عنه المستشرق « دى بور » فى كتابه تاريخ الفلسفة الاسلامية :

« وفى القاهرة فى أوائل القرن الحادى عشر ، نجد أحد الرياضيين والفيزيقيين من ذوى الاعتبار الكبير فى جميع العصور الوسطى : هو ابن على محمد بن الحسن بن الهيثم — الهازن .

وكان قبل ذلك موظفا حكوميا فى البصرة مسقط رأسه ، وأنه كان شديد الثقة متغاليا فى تقدير القيمة العملية لمعرفته الرياضية .

حسب أنه يستطيع أن ينظم فيضان النيل . فلما استدعاه الخليفة الحاكم لهذا السبب ، أيقن عقب وصوله مباشرة عقم مجهوداته ، وعند ذلك سقط اعتباره كموظف عمومى ، وتوارى عن الأعين حتى مات الخليفة عام ١٠٢١ م ، ومنذ ذلك التاريخ كرس نفسه للأدب والعلم حتى مات عام ١٠٣٨ م » .

وقال عنه « كاچورى » فى تاريخ الفيزيقا :

« وكان الهازن — أول طبيب وصف العين وصفا مسهبا ، وقد استمد معلوماته فى وصف العين من مؤلفات فى التشريح ، وكان هو وبعض معاصريه من علماء العرب ، وبعض العلماء المتأخرين منهم يعارضون رأى « أوقليدس » ، والأفلاطونيين القائل بأن الأبصار يحدث عن أشعة تخرج من العين ، وكانوا يؤيدون رأى ديموقريطس وأرسطو القائل بأن السبب هو صدور أشعة من الجسم نفسه » .

وحياه المرحوم الدكتور على مصطفى مشرفة العميد السابق لكلية العلوم بجامعة القاهرة قائلا : « والمطلع على كتاب ابن الهيثم فى حل شكوك أوقليدس يلمس فيه دقة المؤلف فى التفكير وتعمقه فى البحث واستقلاله فى الحكم ، كما يتضح له صحة ادراك ابن الهيثم لمكان الهندسة الاوقليدية من العلوم الرياضية ، على

أنها دراسة منظمة للعلاقات والمقادير المكانية من ناحية كونها علاقات أو مقادير دون نظر الى ما يمكن أن تدل عليه من موجـــودات ، فابن الهيثم فى هذا الكتاب رياضى بحت بأدق ما يدل عليـــه هذا الوصف من معنى ، وأبلغ ما يصل اليه من حدود » .

وقال عنه مؤرخه الجليل الأستاذ مصطفى نظيف ــ أطال الله عمره :

« ابن الهيثم فى منحى تفكيره وفى طريقة بحثه ، رجل تتوافر فيه الصفات التى تتوافر فى رجالات العلم فى العصر الحديث ، فهو عالم بمعنى « سيانتست » بكل ما يؤديه هذا اللفظ من المعانى ، وهو فى ميدان علم الطبيعة ، ان لم يكن من طراز المحدثين فى الجيل الحاضر فانه من غير شك من طراز علماء الطبيعة فى القرن التاسع عشر .

وبحوثه المبتكرة فى علم الضوء تجعله فى مقدمة الأعلام الأفذاذ فى تاريخ هذا العلم ، ولكن له غير ما أضافه على صفحات هـــذا العلم من الصفحات المجيدة ، أثرا عاما عميقا ، جعل علم الضـــوء يتخذ صبغة جديدة ، وينشأ نشأة أخرى غير نشأته الأولى ، وهذا التأثير العام الذى أحدثه ابن الهيثم فى علم الضوء ، ويتغلغل الى الأساس ذاته الذى يقوم عليه هذا العـــلم جدير بالتقدير ، ولم ينل على ما نعلم ما هو أهله من العناية والاهتمام .

وأثر ابن الهيثم العام فى علم الضـــوء نظيره فى تاريخ العلم أثر « نيوتن » العام فى علم الميكانيكا ، فان قيل ان بعض بحوث ابن الهيثم قد سبقه اليها بعض المتقدمين ، اذ سبقه « أوقليدس » مثلا الى أحد شطرى قانون الانعكاس ، وسبقه « بطليموس » الى دراسة الانعطاف ، وسبقه آخرون الى بيان كيفية الاحراق فى المرايا المحرقة أو الكرات المحرقة وما الى ذلك ، فان « نيوتن » أيضا قد سبقه « جاليليو » الى قانون القصـــور الذاتى الذى تشـــيع

الآن نسبته الى « نيوتن » وسبقه « هيجنز » و « ستيفنوس » وغيرها الى كثير من الفكر الأساسية التى يقوم عليها علم الميكانيكا ، ولكن من غير شك قد كانت الأصول الأولية فى علم الميكانيكا قبل « نيوتن » مفككة مبعثرة ، يشوبها غموض كبير ، ولم تكن قد نضجت معانيها نضجا تاما ، فجاء « نيوتن » وأدرك حقائق الأمور ، وأضاف من عنده الى ما كان معروفا من قبل ما أضاف ، وربط كل ذلك بعضه ببعض حتى آلت صيرورتها على يديه الى وحدة شاملة ، هى الأساس الذى قام عليه علم الميكانيكا من بعده .

وبالمثل كانت المعلومات فى علم الضوء من قبل ابن الهيثم لا رابط يربطها ولا سلك ينظمها .. ولكنه أعاد البحث فى كل هذه الأمور من جديد ، ونظر فيها جميعا نظرا جديدا ، لم يسبقه اليه أحد من قبله ، واتجه فى هذا النظر وجهة جديدة لم يولها أحد من المتقدمين ، وأصلح الأخطاء ، وأتم النقص ، وابتكر المستحدث من المباحث ، وأضاف الجديد من الكشوف ، وسبق فى غير قليل من ذلك الأجيال والعصور .

واستوفى البحث اجمالا وتفصيلا ، وسلك فى البحث سبيلا تتوافر فيها خصائص طرق البحث العلمى ، مع ما فى هذه الطرق من قصور ومع ما فيها من ميزات ، واستطاع أن يؤلف من كل ذلك وحدة مرتبطة الأجزاء ، على قدر ما كان يمكن أن ترتبط به أجزاؤها فى عصره ، ان وجدنا فيها نقصا أو عيبا ، فتلك سنة الله فى المباحث العلمية ، وهو فيها لم يبدع ولم يبتكر فحسب ، بل هو أيضا أقام بها الأسس التى انبنى عليها صرح علم الضوء من بعده » .

وأخيرا نختتم أقوال مؤرخى العلم بالكلمة التى قالها الأستاذ الدكتور محمد رضا مدور الحائز على الجائزة التقديرية للعلوم . فى محاضرته عن ذكرى ابن الهيثم حيث قال :

« والخلاصة أن ابن الهيثم يعتبر بحق من كبار علماء وقته ، ويستدل على ذلك من سعة أعماله فى الفلك وفى الرياضة ولا سيما

فى الطبيعة ، وان أردنا أن نقارن ابن الهيثم بعلماء عصرنا الحاضر فلن أكون مغاليا اذا اعتبرت الحسن بن الحسن بن الهيثم تضاهى فى مرتبة العلامة « اينشتين » فى عصرنا هذا » .

هكذا يقول مؤرخو العلم الذين يزنون الأمور بمقدار ، وقلما يثنون بمقدار !! أما ابن الهيثم نفسه فقد اتخذ العلم شرعة ، والبحث فيه نجعة ، فلم يكن الا كذواق له شارب ، يتمثل دائما ببيتين من الشعر لأبى القاسم بن الوزير أبى الحسن على بن عيسى الذى قالهما وأوصى بأن يكتبا على قبره :

رب ميت قد صار بالعلم حيا
ومبقى قد مات جهلا وغيا

فاقتنوا العلم كى تنالوا خلودا
لا تعدوا البقاء فى الجهل شيا

ذلكم هو نبأ ابن الهيثم فلنمض اذن الى تأريخه :

* * *

هو الحسن أبو على بن الحسن بن الهيثم ، كان أحد الثلاثة الأعلام الأفذاذ من علماء النصف الأول من القرن الحادى عشر الميلادى وهم البيرونى وابن سينا وابن الهيثم ، وله بحسب ما تؤدى اليه بعض أقوال ابن أبى أصيبعة عام ٣٥٤ من الهجرة أى حوالى عام ٩٦٥ بعد الميلاد ، وكان أول أمره بالبصرة .

كلف منذ نشأته بالعلم ، ولا نعرف مرجعا عنه يكشف عن تلك النشأة الأولى ، ولكنا نعرف الكثير عن ذلك العصر الذى أعقب مرحلة الترجمة لعلوم الأغارقة والسريان والهنود الى اللغة العربية ، ثم انشاء بيت الحكمة على يد الخليفة هارون الرشيد ثم التوسع فيها على يد ابنه المأمون الذى هادن صاحب جزيرة قبرص ليستحوذ على خزانة كتب اليونان بها ، ثم هادن حاكم القسطنطينية لينال مجموعات أخرى من تلك الكتب .

وتغلغلت تلك العلوم فى عناصر الفكر الاسلامى ، وأتاحت الخلافة العباسية باعتبارها دولة عالمية وسيلة للتوصيل الجيد لهذه العلوم فى جميع أرجائها ، وذلك بفضل ما فرضته من نظام وتجانس ، وظهرت تلك العلوم كطفح جلدى فوق روح الحضارة الاسلامية ، فاستثارت كوامنه ، ومن ثم نشأ التحدى لذلك العامل الدخيل الذى شكل هذه الحضارة بظاهرة التشكل الكاذب لليونانيات وغيرها ، فكان الابداع والابتكار .

وظهر أساطين أعلام فى الفلسفة والطب والكيميا والرياضيات والفلك والعلوم التعليمية ، منهم فى الفلسفة الكندى والفارابى ، وفى الطب أبو بكر الرازى ، وفى الكيمياء جابر ، وفى الرياضيات أبو سهل ويجن بن رستم القوهى ، وأحمد بن محمد بن الحسين الصفائى ، والعلامة نصر بن عبد الله ، والعلامة أحمد بن محمد بن عبد الجليل السجزى ، وأبو الوفاء محمد بن محمد البوزجانى ، وأبو بكر محمد بن الحسن الكرخى ، وغيرهم أمثال أبو عبد الله محمد بن موسى الخوارزمى وثابت بن قرة وبنو شاكر .

وفى الفلك أبو معشر الباخى وحنين بن اسحاق ، وأحمد بن كثير الفرغانى ، وسهل بن بشر ، ومحمد بن جابر الحرانى المشهور بالتبانى ، وعبد الرحمن الصوفى وأبو الوفا البوزجانى وغيرهم كثيرون ، يضيق المقام بتفصيل أعمالهم ، بل وبذكر أسمائهم ، لهم مؤلفات قيمة نقل أكثرها الى اللاتينية ، وكانت المراجع المعتمدة عند أهل أوروبا فى عصر التنوير .

فابن الهيثم شهد عند أول نشأته عصرا صاخبا بجلبة الحركة العلمية المتدفقة ، والحركة المذهبية فى الدين ، وما سببته من ديناميكية التصادم بين الفرق المتنابذة ، تصادما قد تولد من رواسب الحضارات الهامدة التى احتضنتها الحضارة الاسلامية ، فكان أن تمت بينها اتصالات فى البعد المكانى والزمانى ، فأحدثت هديرا فى الفكر النامى الجديد .

أخذ صاحبنا يدرس كل ما وقعت عليه يداه من كتب المتقدمين والمتأخرين ، لا فى العلوم الرياضية وفروعها فحسب ، بل فى الطب وفى الفلسفة من منطق وطبيعى وما بعد الطبيعة أيضا ، ولم يكن يقنع بمجرد الاطلاع على تلك الكتب ، وانما عنى بتلخيصها وبوضع المذكرات والرسائل فى موضوعات تلك العلوم ، وبالتصنيف فيها والتعليق عليها .

وبلغت تصانيفه من تلك العلوم العشرات من الكتب ، بلغ ما يتعلق منها بالفلسفة والعلم الطبيعى فى حدوده المعروفة فى ذلك العصر ، ثلاثة وأربعين كتابا ، وما يتعلق منها بالرياضيات والعلوم التعليمية خمسة وعشرين ، فضلا عن كتاب فى الطب اعتمد فى تصنيفه على كتب « جالينوس » بلغت أجزاؤه عدة الثلاثين ، وذكر ابن أبى أصيبعة أسماء هذه الكتب نقلا عن مقالة ابن الهيثم نفســــه .

وازداد الشقاق والتصادم بين الفرق الدينية المذهبية ، كرد فعل عنيف واستجابة لتحديات وفدت عليها من الخارج ، وجلبتها معها العناصر التركية والايرانية ، وتفاعلات اجتماعية داخليـــة متنابذة ، فاعتزل الامام الغزالى الريادة بعد أن أودع تأملاته فى كتابه « المنقذ من الضلال » وهاجر العراق .

وضاقت طائفة المتشددين من أهل السنة ذرعا بالفلســـفة والرياضيات الدخيلة ، وأخذت تنظر فى شيء من الشك وعــدم الثقة والاطمئنان الى هؤلاء الذين قيل فى أحدهم :

فارقت علـم الشـــافعى ومالك
وشرعت فى الاســلام رأى دقلس

ودقلس هذا هو اختصـــار لاسم الفيلســـوف اليونانى « أمباذوقليس » لكى يستقيم بيت الشعر ، وأصاب ابن الهيثم بعض الرذاذ ، فيحدثنا القفطى فى أخبار العلماء بأخبار الحكماء :

« أخبرنى الحكيم يوسف السبتى الاسرائيلى قال : كنت ببغداد يومئذ تاجرا ، وحضرت المحفل ، وسمعت كلام ابن المارستانية ، وشاهدت فى يده كتاب الهيئة لابن الهيثم ، وهو يشير الى الدائرة التي مثل بها الفلك ، وهو يقول : وهذه الداهية الدهياء ، والنازلة الصماء ، والمصيبة العمياء ، وبعد اتمام كلامه حرقها وألقاها فى النار » .

وكما انتقل الفارابى الى الشام ، انتقل ابن الهيثم أيضا ، ويقول البيهقى فى كتاب « تتمة صيوان الحكمة » .

« وأقام بالشام عند أمير من أمراء الشام ، فأدر عليه ذلك الأمير ، وأجرى عليه أموالا كثيرة » .

هذه المرحلة من حياة ابن الهيثم يمكن أن نعتبرها مرحلة التحصيل ، أما مرحلة الابداع والابتكار فقد ابتدأت منذ أن استقر فى القاهرة ، وكان وفقا لرواية ابن أبى اصيبعة قد بلغ الثالثة والستين بحسب التوقيت العربى ، وفى المرحلة الثانية أخرج أعمق تآليفه فى الضوء ، وهى التى ظلت المرجع الأساسى لهذا العلم فى أوربا حتى القرن السابع عشر الميلادى .

كان ابن الهيثم على ضآلة جسمه وقصر قامته دائم الاشتغال، قوى الذكاء كثير التصانيف وافر الزهد ، سامى النفس ، محبا للخير كما يقول المرحوم الدكتور مصطفى عبد الرازق .

* * *

واشتهر ابن الهيثم بغزارة انتاجه العلمى ، وبلغت شهرته آفاق العالم الاسلامى فى ذلك الوقت ، اشتهر لا كعالم رياضى فحسب بل كمهندس له فى الفنون الهندسية آراء ومؤلفات ، كانت جليلة القيمة فى ذلك العصر .

وبلغت شهرته مصر ، وكان صاحب السلطان فى ذلك العهد فى مصر الحاكم بأمر الله الفاطمى ، والعصر الفاطمى يعد من أزهى عصور مصر الاسلامية من الوجهة العلمية ، فلقد بلغت الحياة العلمية درجة كبيرة من النمو والازدهار لكثرة العلماء الذين كانوا يفدون عليها وهم من شتى الأديان حتى أن طبيب العزيز بالله كان مسيحيا ، وهو أبو الفتح منصور بن معشر .

وقيل أن العزيز بالله كاتب جبرائيل بن بختيشوع وهو أحد أسرة بختيشوع الشهيرة بالطب فى جنديشابور ، كاتبه ليستدعيه فى الاقامة بمصر فاعتذر ، وأرسل الحاكم بأمر الله الى ابن الهيثم يستدعيه فأجاب :

ووفد على مصر القاضى عبد الوهاب بن على أحد أئمة الفقه المالكى لضيق حاله ببغداد ، فأكرمه الفاطميون رغم أن مذهبه يناقض مذهبهم الشيعى ، كما وفد الطبيب أبو الحسن المختار ابن الحسن المعروف بابن بطلان النصرانى البغدادى .

ويخيل الينا أن السبب الذى من أجله شجع أئمة الفاطميين العلم والعلماء أن المذهب (١) الفاطمى نفسه يقوم على العلم والعقل قبل كل شيء ، ومن طريق العلم وبالجدل والمناظرات استطاعت الدعوة الفاطمية أن تنتشر فى العالم الاسلامى .

أمثلة من هذه المناظرات هى تلك التى كانت بين ابن بطلان الطبيب النصرانى العراقي ، وابن رضوان الطبيب المصرى ، وقد حفظ لنا ابن أبى أصيبعة خمس رسائل لهذين الطبيبين فى المناظرة بينهما ، وطبعت هذه الرسائل بكلية آداب جامعة القاهرة .

استطاع الفاطميون أن يكونوا دولتهم العتيدة ، فعقيدة الفاطميين كانت تقوم على العمل والعلم ، فالعمل هو الظاهر

---

(١) الدكتور محمد كامل حسين « مصر الفاطمية » .

والعلم هو الباطن . وعلم الباطن يقوم على استخدام العقل ومطابقة المحسوس للمعقول .

ولاحظ المستشرق « أوليرى » تسرب الفلسفة اليونانية الى عقيدة الفاطميين فقال :

« ان الحركة الفاطمية بأكملها أخذت مكانتها فى جو مشبع بالفكر الهلينى ، واحياء دراسة المواد اليونانية هو الالهام المباشر لطائفة الاسماعيلية » .

واليونانيات تمجد العلم أعظم التمجيد وها هو أفلاطون (١) يقول :

« أطلب العلم تعظمك الخاصة ، والمال تعظمك العامة ، والزهد يعظمك الفريقان ، كفي بالعلم شرفا أن كلا يدعيه ، وبالجهل ضعة أن كلا يتبرأ منه ، والانسان انسان بالقوة اذا لم يعلم ولم يجهل جهلا مركبا ، فاذا علم كان انسانا بالفعل ، أو جهل جهلا مركبا كان حيوانا ، بل أسوأ منه لفقدان آلة التخييل » .

وكان للحاكم بأمر الله ميل للعلم وميل لتشجيع العلماء ، آوى اليه كثير من أطباء عصره وقربهم اليه وأغدق عليهم نعمه ، وأنشأ بالقاهرة دارا عرفت « بدار الحكمة » أو « دار العلم » جمع فيها العلماء ، لكى تنافس « بيت الحكمة » ببغداد ، فظهرت الدولة الفاطمية فى مصر شبحا الخلافة العباسية فى بغداد ، أو صورة الدولة عالمية لها نظم ولها تقاليد !

وأنشأ الحاكم بأمر الله فى المقطم مرصدا ، جعل فيه أحد مشهورى علماء الفلك في ذلك العصر ، وهو « ابن يونس المصرى » ، وانقطع فيه ابن يونس للرصد حتى أتم ارصاده ، وجمعها فى جداول تعرف فى تاريخ علم الهيئة « بالزيج الحاكمى » ويقول عنه

---

(١) تذكرة داود الانطاكى .

ابن خلكان أنه لم ير فى الأزياج على كثرتها أطول منه اذ يقع فى أربعة مجلدات .

ولابن يونس أيضا كتاب اسمه « التعديل المحكم » هو زيج لتقويم الشمس ، وفى حساباته الفلكية كان ابن يونس يستخدم المعادلة الرياضية التالية ، نظرا لأن اللوغاريتمات لم تكن قد عرفت بعد ، وهذه المعادلة هى :

جتا ا جتا ب = ½ [جتا (ا − ب) + جتا (ا + ب)]

كثيرا ما كان الحاكم بأمر الله يحضر المناظرات العلميـة فى دار العلم التى أنشأها ، وبلغ الحاكم أمر ابن الهيثم وهو الموجود بالشام ، يروى القفطى أنه بلغه أيضا قول ابن الهيثم :

« لو كنت بمصر لعملت فى نيلها عملا يحصل به النفع فى كل حالة من حالاته من زيادة ونقص ، فقد بلغنى أنه ينحـدر من موضع عال وهو فى طرف الاقليم المصرى » .

ويروى القفطى أن الحاكم أرسل اليه أموالا وهدايا رغبة فى الحضور الى مصر ، ولعل الحاكم لم يرد فقط أن يستفيد منه فيما قال فى أمر النيل ، بل أراد أيضا أن يستأثر بفخر ايوائه اليه وشموله بعطفه ورعايته .

ويروى أيضا أن الحاكم خرج لاستقباله والتقى به خارج القاهرة ، وأكرمه وأمر باكرام مثواه ، ثم استمهله أياما وطالبه بما قال فى أمر النيل ، ثم يقول ان ابن الهيثم سار ومعه جماعة من الصناع المحترفين لأعمال البناء بأيديهم ، وتتبع مجرى النيل ، وكأنه فى بعثة هندسية بالمعنى الحديث ، حتى وصل الى أسوان .

وتجاوزها الى موضع يقول القفطى انه يعرف بالجنادل ، وعاين هذا المكان من جانبيه ، ولكنه لم يجد الأمر متفقا وفكرته الهندسية التى خطرت له ، ففكر ، وقدر ، فلم يجد مندوحة من

العودة الى القاهرة وهو فى أشد حالات الخجل والانخذال ، واعتذر الى الحاكم .

ويروى القفطى أيضا أن الحاكم تظاهر بقبول عذره ، وولاه منصبا من مناصب الحكومة ، فتولاه ابن الهيثم لا رغبة فيه بل رهبة من بطش الحاكم ، ولو أنصف الحاكم لصرفه عن الوظيفة ، وجعله فى زمرة من جمعهم فى دار الحكمة ، أو لجعله زميلا لابن يونس فى مرصد المقطم .

ولكن لعل ابن الهيثم قد انحطت منزلته العلمية لدى الحاكم بأمر الله ، أو لعل زمرة المنتفعين التى كانت تحيط بالحاكم أرادت اقصائه عن المحيط العلمى كله ، وخشى ابن الهيثم أن يعتذر عن قبول الوظيفة تجنبا من غضبه ، وهو المشهور بنزواته المتسرعة .

أغلب الظن أن هـــذا الحادث قد ترك أثرا سيئا فى نفس ابن الهيثم ، وفى تصورى أن الأمر لا يضيره كثيرا ولا قليلا ، فهو قد أبدى رأيه بشجاعة ، وكان من الممكن أن يتمادى فى مشروعه وأن يطيل فى مدة التنفيذ ليستفيد بأكبر قدر من المال والجاه ، ولكن أبى عليه تواضعه العلمى الا أن يعترف بعجزه أمام ما وجده من فن القدماء فى مبانيهم واهراماتهم ومعابدهم الضخمة التى وقف أمامها مبهوتا ، فكر لو كان مشروعه من السهولة تنفيذه لكان قدماء المصريين أسبق الناس الى ذلك .

نحن وان كنا لا نعلم على وجه التحقيق ماهية المشروع الذى فكر فيه ، فان أخذه الصناع المحترفين لأعمال البناء كما روى القفطى ، ان دل على شىء فهو يدل على أن المشروع كان من قبيل السد أو الخزان ، فهل يضيره أنه سبق الأجيال وفكر فى أمر لم يحن موعد تنفيذه الا بعد ثمانية قرون وأكثر ، خصوصا وأنه بنى فكرته على ما بلغه من أن النيل ينحدر من مكان مرتفع على حدود البلاد المصرية .

وتولى ابن الهيثم العالم الرياضى الفيلسوف منصبا من مناصب الدولة ، قد عرض مثله لنيوتن من بعده ، مع الفارق كما يقولون ، فنيوتن بعد أن أتيحت له بحوثه عن تشتت الضوء ، وماهيـة ألوان الطيف ، وكشفه العظيم لقانون الجاذبية ووصفه الأساسى الذى يقوم عليه علم الميكانيكا ، نيوتن الذى هو فى نظـر بعض مواطنيه ، صاحب أكبر عقل ظهر فى الوجود ، كان فى ضيق من العيش لقلة المرتب الذى كان يتقاضاه من منصب الأستاذية الذى كان يتولاه فى جامعة « كمبردج » فتاقت نفسه الى وظيفة من وظائف الدولة تدر عليه خيرا لا يجده فى منصبه فى الجامعـة ، وكان العلم فى وقته ينظر اليه على أنه شىء نافل ولا طائل من تحته .

سعى نيوتن لدى بعض أصدقائه من ذوى النفوذ ، ولم يثمر المسعى أول الأمر ، فلبث قلقا ، وشكا الى صديق آخر مالقيه من صديقه الأول من ارجاء وتسويف ، ولما أراد الله أن يتولى صديقه الأول وزارة المالية ، عينه فى وظيفة فى دار الصك ، فقبل نيوتن الوظيفة ، وقلد بعد قليل رياسة الدار ، وصار مرتبه مائتين وألف من الجنيهات فى العام ، وقنع نيوتن بذلك ، واطمأنت نفسه ، ولكنه انشغل بأعمال الوظيفة عن العلم والنظر فيه ، فاضمحل انتاجه العلمى وما سكب !!

أما ابن الهيثم فقد تولى الوظيفة وهو كاره لهـا ، وكيف يستسيغ الوظيفة وأعمـال الدواوين ويؤثرها على لذة البحث والانقطاع للعلم ؟

وفى الوقت نفسه كيف المفر والحاكم واقف له بالمرصاد ، ذلك الديكتاتور المتقلب الذى لا يؤمن جانبه ، كثير النزوات : مثل من نزواته انه أصدر (١) أمرا عام ٤٠٤ هـ بألا يتحدث أحد

---

(١) كنز الدرر وجامع الغرر تأليف الداوادى ، الدرة المضيئة فى أخبار الدولة الفاطمية .. تحقيق الدكتور المنجد ـ الناشر المعهد الألمانى للآثار بالقاهرة .

فى علم النجوم ، وأمر بأن ينفى المنجمون فى اقليم مصر ، فاجتمعوا ووقفوا للقاضى أحمد بن أبى العوام فتحدث لهم فأعفوا من النفى لاغير .

فكر ابن الهيثم مرة أخرى وقدر ، فلم يجد حيلة يتخلص بها غير أن يتظاهر بالجنون ، فأشاع ذلك عن نفسه حتى بلغ الحاكم ، فعزله وصادر أمواله وأمر بحبسه فى منزله وجعل عليه من يخدمه، ولبث ابن الهيثم على هذه الحال التعسة الى أن توفى الحاكم وتأكد من وفاته ، فعاد الى الظهور والاشتغال بالعلم ، واستوطن دارا بالقرب من الجامع الأزهر ، وأقام بالقاهرة الى أن توفى فى حدود سنة ثلاثين وأربعمائة أو بعدها بقليل بحسب رواية القفطى .

وقد روى « البيهقى » حادثة ابن الهيثم مع الحاكم برواية أخرى ، وروى « علم الدين قيصر » وهو المعاصر لابن الهيثم حادثة الوظيفة والتخلص منها بالتظاهر بالجنون ، وروايته تتفق ورواية القفطى سوى أنه وزر بالشام ، ثم تخلص من الوزارة وظعن الى مصر فأقام بالقاهرة على باب الجامع الأزهر متنسكا ، ومشتغلا بالتصنيف والتعليم ، ونسخ الكتب القديمة .

انه احترف الوراقة ، ينسخ ثلاثة كتب لأوقليدس والمتوسطات والمجسطى مؤونته لعام نظير ماية وخمسين دينارا ، ويا لها من قيمة بخسة لرجل عاش للعلم ومات فى سبيله .

مات فى القاهرة متنسكا ، ولا أحد يعرف مكانه اذ ذهبت رفاته مع التراب هباء ، ولا أحد يشيد له ضريحا على غرار تلك الأضرحة المنتشرة هنا وهناك ، ونسيه القوم أو تناسوه هنا قرابة تسعة قرون ، حتى هيأ الله له شيخا جايلا وعالما فاضلا هو الأستاذ مصطفى نظيف فأحيا ذكراه وخلده فى كتاب عميق من جزءين ، خلد بحوثه فى البصريات وأوفاه حقه .

لا أحد يشيد له ضريحا ، أو يدفن فى مقابر العظماء كمقبرة وستمنستر بلندن أو كمقبرة البانثيون بباريس ، ولكن كفاه أن تاريخ العلم هو مقبرة العظماء التى يحج اليها كل يوم كل باحث وكل متتبع لنضال العقل البشرى فى اجتلاء أسرار الكون ، وكفاه أيضا أن جميع مكتبات جامعات العالم أجمع قد شيدت له أضرحة متواضعة هى فهارسها التى تنير الطريق اليه ..

العالم الموسوعى

كان ابن الهيثم غزير التأليف ، متدفق الانتاج فى شتى أنواع المعرفة ، فلقد طرق الفلسفة والمنطق والطب والفلك والبصريات والرياضيات ، مستحدثا فيها أنماطا جديدة من الفكر العلمى الأصيل ، وفى أول عهده كان شارحا لتراث الأغارقة ثم ناقدا لكتبهم ، ثم متمردا على كثير من آرائهم ·

تحدث عن نفسه ، فى مقالة نقلها ابن أبى أصيبعة عن خط يده ، ذاكرا أسماء ما يقرب من مائتى تصنيف ، خلا رسائل ومقالات أخرى له ، شاعت بين أيدى الناس من الشرق والغرب، وضاعت أصولها من يده ، ونسبت الى غيره .

لم تكن له لذة فى الحياة سوى التفرغ للبحث والتأليف ، وهو يقول فى هذا الصدد : « انه ما مدت له الحياة ، سيبذل جهده ، ويستفرغ قوته فى التأليف ، متوخيا به أمورا ثلاثة : أحدها ــ أن يجد الناس فى كتبه ، بعد موته ، الفائدة والعلم اللذين يقدمهما لهم فى حياته · والثانى ــ أن يجعل من التأليف وتدبيج الرسائل ارتياضا لنفسه بهذه الأمور ، فى تثبيت ما تصوره فكره وأتقنه من هذه الدراسات .

أما الأمر الثالث ــ فهو أن يدخر من تلك التآليف عدة لزمن الشيخوخة وأوان الهرم » .

ولعل فى ذلك كله ما يفسر لنا صدور هذا العدد الضخم من المؤلفات عن ابن الهيثم ، ويبين كيف اتسعت حياة رجل واحد

لتأليفها كلها ، مع ما فيها من دقة وغزارة فى المادة ، ومع ما تمتاز به من طابع العمق والاحاطة .

واذا جاز لنا أن نكتفى بصفة واحدة لابن الهيثم ، تغنى عن جميع صفاته وتنطوى فيها جميع الملكات والمواهب التى أعانته على جميع أعماله وآرائه فتلك هى صفة العالم الموسوعى بأدق ما تكون الكلمة ، عالم موسوعى على غرار ابن سينا والبيرونى والكندى والرازى وغيرهم من العلماء العرب الذين حملوا مشعل البحث والتأليف فى كل نوع من أنواع المعرفة ، فعصرهم لم يكن ليعرف معنى التخصصات التى طغت على عصرنا الحاضر .

والتخصص هذا قد جار على الشخصية الانسانية ، فلم يترك فى كل امرىء الا جزء من انسان مستغرقا فى جزء من المعرفة ، وجزء من العناية بالعالم الواسع الذى يعيش فيه ، وليس أضر ولا أوخم من هذه التجزئة فى الزمن الذى ولدت فيه الفكرة العالمية ، وأصبحت علاقة العالم الانسانى بعضه ببعض حقيقة متمكنة ، تتطلب الانسان كله للمساهمة فيها ، ولا تقنع منه بجزء ناقص محبوس فى قواقع منعزلة .

كان العلماء العرب فى تلك الحقبة يتخاطبون ويتفاهمون فى يسر وغير مشقة ، فهم يفهمون اللغة العلمية التى يتداولون بها ، أما اليوم فعالم الكيميا العضوية لا يفهم لغة الكيميا النووية أو الكيميا الفيزيقية ، مع أنها روافد لعلم واحد ، فما بال التخصصات المتشعبة المتفرعة فى علوم الحياة ؟

نظرة عاجلة فيما خلفه ابن الهيثم من ثبت كتبه ، تكشف لنا غزارة تأليفه :

فقد ألف فى كل من : الهندسة والطبيعة والفلك والارثماطيقى والجبر والمقابلة ، كما ألف الكثير من الكتب والمقالات الفلسفية ، وتناول بعض المسائل الدينية العويصة ، وفى اثبات النبوات

وايضاح فساد رأى الذين يعتقدون بطلانها ، وذكر الفرق بين النبى والمتنبى ، ودبج الرسائل والكتب فى التوفيق بين الفلسفة والدين ، وفى تبطيل رأى بعض الفرق الدينيـــة ، ورد شىء من آرائهم .

وسنعرض الآن لذكر نصيب كل ناحية من هذه الفنون من نشاط هذا العبقرى الفذ :

١ ـ فلقد آثر الهندسيات وحدها بثمانية وخمسين تصنيفا ، ضمنها الكثير من آرائه الشخصية وبراهينه المبتكرة لمســـائل تواترت عن أوقليدس وأرشميدس خلوا من البرهان ، أو كانت فى حاجة الى الشرح والاثبات ، وتعرض فيها كذلك لموضوعات التحليل والتركيب الهندسيين ، وقســـمة الزاوية الى ثلاثة أقسام ، وخواص الدائرة والقطـــاعات المخروطية والمساحات وغير ذلك .

ولكن لا يوجد فى مكتبـــات العالم أكثر من واحد وعشرين مخطوطا ، فى مكتبات فايز ، وعاطف ، وفاتح ، وجار الله ، وبشير أغا ، وسراى بالآستانة ، وفى الجزائر وطهران ولنـــدن وباريس ، وخدابخش بتنه فى حيدر آباد الدكن بالهنـــد ، وفى دار الكتب المصرية ، وفى مكتبة بلدية الاسكندرية .

٢ ـ وألف فى الحساب والجبر والمقـــابلة ما لا يقل عن عشرة كتب ، لا يوجد منها سوى كتاب « فى حساب المعاملات » بمكتبة عاطف وتوجد صورة فوتوغرافية له بمعهد مخطوطات جامعة الدول العربية ، وكتاب « فى مسألة عددية » بمكتبة زنجان ، وكتـــاب « استخراج مسألة عددية » بمكتبة عاطف أيضا .

ومؤلفاته فى الرياضيات يمكن تلخيصها فى الآتى :

١ ـ مصادرات أوقليدس
٢ ـ حل شكوك أوقليدس

٣ ـ مساحة المجسم المكافىء
٤ ـ العدد والمجسم
٥ ـ قسمة الخط الذى استعمله ارشميدس فى الكرة
٦ ـ قول فى حل مسألة عددية
٧ ـ مقدمة ضلع المسبع
٨ ـ تربيع الدائرة
٩ ـ مسألة فى المساحة
١٠ ـ خواص المثلث من جهة العمود وله صورة فوتوغرافية فى معهد مخطوطات جامعة الدول العربية
١١ ـ عمل المسبع فى الدائرة
١٢ ـ استخراج أضلع المكعب
١٣ ـ علل الحساب الهندى
١٤ ـ أوسع الأشكال المجسمة
١٥ ـ مساحة الكرة
١٦ ـ قول فى مسألة هندسية
١٧ ـ شرح قانون أوقليدس
١٨ ـ بركار الدوائر العظام
١٩ ـ جمع الأجزاء
٢٠ ـ قسمة المقدارين
٢١ ـ التحليل والتركيب
٢٢ ـ حساب الخطأين
٢٣ ـ استخراج أربعة خطوط
٢٤ ـ قول فى المكان
٢٥ ـ تعليق فى الجبر
٢٦ ـ قول فى شكل لبنى موسى

٣ ـ وألف فى البصريات ما يقرب من أربعة وعشرين موضوعا بين كتاب ورسالة ومقالة ، وتناول فيها الضوء ، ومسائل مراكز الأثقال وصنعة الميزان وغير ذلك ، ولكن أكثر هذه

المؤلفات قيمة قد باد وتشتت ، غير اثنى عشر مصنفا ، مبعثرة بين زنجان والآستانة ولندن وخدابخش بيتنه ومن بينها كتاب « المناظر » الذى يحوى آراء جريئة مبتكرة فى علم الضوء ، وهو يتكون من سبعة أجزاء ، وقد ظل المرجع الرئيسى لهذا العلم حتى القرن السابع عشر بعد ترجمته الى اللاتينية ، ويوجد مخطوط كامل من هذه الأجزاء في مكتبة « أيا صوفيا » وستة أجزاء من مخطوط آخر له فى مكتبة الفاتح ، أما الجزء السادس المفقود من النسخة السابقة فموجود بمكتبة « طوب قابى سراى » بالآستانة ، ومن بينها أيضا مقالاته فى المراية المحرقة بالدوائر ، والمرايا المحرقة بالقطوع ، والكرة المحرقة ، وفى كيفية الاظلال ، وفى عمل البنكام ، وفى القرسطون .

٤ ــ أما الفلك ، الذى أطلق فيه على ابن الهيثم اسم « بطليموس الثانى » لابداعه فيه وعنايته به عناية جعلته يؤلف فيه رسالة الى بعض الرؤساء يحثه فيها على عمل الرصد النجومى ، وجعله يهتم به حتى يؤلف فى احدى رسائله أكثر من خمسة تصانيف ، فلم يصلنا من تراث ابن الهيثم فى الفلكيات الا نحو سبع عشرة مقالة من أربع وعشرين تأليفا ، وهذه المقالات يوجد أغلبها فى مكتبتى عاطف وفاتح بالآستانة ، وتوجد واحدة منها فى ليدن ، وأخرى فى زنجان ، وثالثة فى القاهرة ، ثم قصيدة عينية فى « بروج الشمس والقمر » بمكتبة الاسكوريال بأسبانيا ، وشرحان لها أحدهما فى برلين والآخر بالجزائر .

وقد تحدث ابن الهيثم فى تآليفه الفلكية عن أبعاد الأجرام السماوية وأحجامها ، وكيفية رؤيتها ، وعن الرصد النجومى ، وحركاته وارتفاع القطب ، ومن مائية الأثر على وجه القمر .

٥ ــ وفى الطب ألف ابن الهيثم كتابين ، أحدهما فى « تقويم الصناعة الطبية » ضمنه خلاصة ثلاثين كتابا قرأها لجالينوس ،

والآخر « مقالة فى الرد على أبى الفرج عبد الله بن الطيب » لابطال رأيه الذى يخالف فيه رأى جالينوس ، والكتابان مفقودان .

وله رسالة فى تشريح العين وكيفية الابصار :

٦ ـ وكذلك نجد لابن الهيثم فى الفلسفة والمنطق وعلم النفس والأخلاق ، وفى الالهيات واللغة ما يربو على أربعين مؤلفا ، لا نعرف موجودا منها غير مقالته فى « المكان » الموجودة فى مكتبة « المكتب الهندى » بلندن ومكتبة خدابخش بتنه ، ومقالته « ثمرات الحكمة » بمكتبة كوبرلى زاده بالآستانة .

* * *

وابن الهيثم يعتبر مصريا بحكم اقامته بالقاهرة وانتاجه الفياض بها ، ولكن نصيب مصر من مؤلفات ابن الهيثم فى الوقت الحاضر ما يأتى ويا للأسف : ـ

١ ـ مائية الأثر الذى فى وجه القمر ـ وهو مخطوط بمكتبة تيمور نقلا عن بلدية الاسكندرية .

٢ ـ فى التحليل والتركيب ـ بمكتبة تيمور .

٣ ـ حل شكوك أوقليدس وشرح معانيها ـ صورة فوتوغرافية بمعهد مخطوطات الدول العربية .

٤ ـ قول فى مسألة هندسية بمكتبة مصطفى فاضل (دار الكتب المصرية) .

٥ ـ تنقيح المناظر لذوى الأبصار والبصائر لكمال الدين الفارسى شرحا لكتاب المناظر لابن الهيثم .

٦ ـ الشكوك على بطليموس ـ صورة فوتوغرافية بمعهد المخطوطات بجامعة الدول العربية .

٧ ـ حساب المعاملات ـ صورة فوتوغرافية بمعهد المخطوطات بجامعة الدول العربية .

٨ ــ مجموعة رسائل ابن الهيثم مطبوعة بدائرة المعارف العثمانية بحيدر آباد الدكن وتشمل الآتى :

(أ) فى أضواء الكواكب .
(ب) فى المرايا المحرقة بالقطوع .
(جـ) فى المكان .
(د) فى المساحة .
(هـ) فى الضوء .
(و) فى المرايا المحرقة بالدائرة .
(ز) فى شكل بنى موسى .
(ح) فى أضواء القمر .

وتوجد فى مكتبة جامعة القاهرة ، كما توجد بها أيضا المصورات التالية :

١ ــ كتاب المناظر .
٢ ــ قول فى أضواء الكواكب .
٣ ــ مقالة فى المرايا الحرقة بالقطوع .
٤ ــ مقالة فى المرايا الحرقة بالدوائر .
٥ ــ مقالة فى ضوء القمر .
٦ ــ مقالة فى مراكز الأثقال (كما أوردها الخازنى فى كتابه « ميزان الحكمة ») .

وفى دار الكتب بالقاهرة المصورات التالية :

١ ــ مقالة فى استخراج ارتفاع القطب على غاية التحقيق .
٢ ــ مقالة فى ارتفاع الأشخاص القائمة وأعمدة الجبال وارتفاع الغيوم .
٣ ــ مقالته فى المخروطات ، اصلاح لشكل بنى موسى .

* * *

ترى ما الذى تسبب فى بعثرة هذه المخطوطات ، وكان أولى

بها أن توجد جميعها بالجامع الأزهر حيث قضى ابن الهيثم بقية عمره بجواره ، ان ما يوجد بالقاهرة اليوم بالاضافة الى بعض الترجمات الألمانية بقلم العلامة « فيدمان » لبعض بحوث ابن الهيثم والتى كانت مرجعا لنا فى هذا الكتاب لدليل على عدم المبالاة بتراثنا القديم ، وبتراث ابن الهيثم الذى ظل منسيا لا يعرفه سوى قلة حتى أن جورجى زيدان لم يذكره فى مؤلفاته عن العلماء العرب .

ولولا أن قيض الله لابن الهيثم عالم معاصر جليل أطال الله عمره هو الأستاذ مصطفى نظيف مدير جامعة عين شمس سابقا ، فألف له متنا عميقا يتناول فيه البصريات عند ابن الهيثم ، تلقفته جامعات أوروبا بالترجمة اذ اعتبرته مرجعا علمياً لا يشق له غبار فى هذا الموضوع ، لولا هذا لبقى ابن الهيثم مغمورا فى بعض الفهارس مثله كمثل بقية علمائنا العرب .

والسؤال الذى يتبادر الى الأذهان لماذا بقى ابن الهيثم مغمورا فى الشرق الاسلامى ، وفى أوروبا لم يعرفه الا القليل ، بل يخلطون بينه وبين الخازنى فيلقبونه ب « الهازن » ؟ ، وها هو أثير الدين : الفضل بن عمر الأبهرى العالم الايرانى صاحب « هداية الحكمة » الذى توفى عام ١٢٦٣ م لا يذكر ابن الهيثم بتاتا فى كتابه هذا بل يذكر ابن سينا وغيره ، وهاهو نصير الدين الطوسى عالم المراغة الكبير (١٢٠١ — ١٢٧٤) لا يذكر ابن الهيثم مطلقا فى مؤلفاته الرياضية والبصرية ، بل ها هو قطب الدين محمود بن مسعود أبو الثناء الشيرازى (١٢٣٦ م) يذكر لتلميذه كمال الدين الفارسى فى شيء من عدم الاكتراث أنه قد رأى فى صباه ببعض خزائن الكتب بفارس كتابا فى المناظر لابن الهيثم .

يقول الأستاذ مصطفى نظيف أن التناحر بين الدويلات الاسلامية ، ومحنة المغول والتتار هما سبب عدم ذيوع شهرة ابن الهيثم فى الشرق الاسلامى ، وأن الترجمة اللاتينية للقس « فيتلو » لكتاب المناظر لابن الهيثم دون ذكر اسمه هى التى

حجبت شهرته ، ونحن لا نرى أن هذا سبب كاف لطمس ابن الهيثم ، فكتب الكندى والرازى والبيرونى وابن سينا لم تتعثر بهذه الكيفية ، وأسماؤهم بقيت متوهجة فى العالم الاسلامى كله وفى أوروبا ، وكذلك نصير الدين الطوسى ، وهم تعرضوا لنفس الأسباب التى يذكرها الشيخ الجليل مصطفى نظيف !

لقد لاحظ المستشرق « دى بور » اهمال العلماء لابن الهيثم فقال :

« انه لم يكن لدعوة ابن الهيثم ثمرة كبيرة فى الشرق ، ولا يعرف من تلاميذه غير واحد يعد من الفلاسفة ، هو أبو الوفا مبشر بن فاتك القائد » .

ويقول المرحوم الدكتور محمد كامل حسين أستاذ التاريخ بجامعة القاهرة وهو الرأى الأصوب :

« واقع الأمر أن لابن الهيثم تلاميذ كثيرون ، وأنهم حافظوا على تعاليمه ودعوته ، ولكن كان التعصب الدينى عند الأيوبيين والعباسيين قويا ، حتي انهم لم يفرقوا بين عقيدة الفاطميين أعدائهم وبين العلوم الرياضية .

فكل من اتصل بالفاطميين فهو من زمرتهم ، وكل عالم من علماء مصر الفاطمية متهم بالخروج عن الدين ، ويجب أن تحرق كتبه ، ولا تتبع تعاليمه ، وهذا ما حدث لابن الهيثم وغير ابن الهيثم من العلماء » .

ونحن نرى الصواب فى هذا الرأى ، ودليلنا مخاطبة عمر الخيام . وهو من المعسكر التركى السنى المتعصب ـ لابن الهيثم فى كتابه مصادرات اوقليدس ـ « وهذا الرجل قد أتى بكذا وكذا .. الخ » وهى لهجة تنم على الازدراء .

* * *

ولكن كيف تسربت بحوث ابن الهيثم الى العالم المسيحى بأوروبا ؟ .

يقول « الدوميلى » فى كتابه « العــــلم عند العرب » « أن أول كتاب نشر لابن الهيثم هو ترجمة لجيرار دى كريمونا أشـــهر المترجمين فى أسبانيا (١١١٤ ــ ١١٨٧ م)، ثم ظهر مطبوعا فى لشبونة عام ١٥٤٢ م بعد اختراع الطباعة ، مع كتاب نشره فريدريك رسنر فى مدينة بال بسويسرا عام ١٥٧٢ م لأبحاث ابن الهيثم فى المناظر مع شرحه لكمال الدين الفارسى وكتاب الأوبطيقا لفيتلو » .

ويقول « انريكو ناردوشى » مؤرخ العلم الايطالى (١٨٧١م) أن ترجمات لاتينية كثيرة عملت فى القرون الوسطى لكتاب المناظر لابن الهيثم ، ويقول أيضا « لعل الأثر الذى تركته مؤلفات هذا العالم العربى فى البصريات ، والذى يبدو فى أعمال بيكون وفيتلو هو السبب فى أن كتب ابن الهيثم لم تنشر مبكرة فى عصر النهضة، كما أنها لم تنشر بعد ذلك كثيرا » .

ويقول العالم الأسبانى « بويج » فى أرشيف التاريخ المذهبى والأدبى للعصور الوسطى طبعة باريس ١٩٣٠ م أن « روجير بيكون » قد قرأ الكتب العربية وتأثر بابن الهيثم .

ومن الثـــابت أيضا أن كتـــاب « جون بــكام » الموســـوم بـ « المنظور » والذى نشر قبل عام ١٢٧٠ م ليس الا اقتباسا ناقصا من كتاب ابن الهيثم فى البصريات .

أما كتاب « فيتلو » الذى ألفه نحو عام ١٢٧٠ م فهو مأخوذ فى قسم كبير منه عن ابن الهيثم ، ولا يتجاوز النتائج التى وصل اليهـــا .

وطبع الناشران « ايباتوس وتانشـــتتر » عام ١٥٣٥ كتاب « فيلتو » فى الأوبطيقا قبل طبعة فريدريك رسنر .

أما أهم من ترجم لابن الهيثم فى الغرب الاسلامى خـــلاف جيرار دى كريمونا « الفونس الحـــكيم » الذى اهتم بانشـــاء أضخم مجموعة فلكية (حوالى سنة ١٢٧٧ م) للعلماء العرب ــ

تلك المجموعة التى جعلت رحلات الأسبان والبرتغال فى المحيط الأطلنطى متيسرة بفضل الأزياج الفلكية والمعلومات الرياضية والطب العربى ، وقد عنى بترجمة كتاب ابن الهيثم « فى هيئة العالم » الى اللغة القشتالية .

ويأتى بعدهما موسى بن طبون (١٢٤٠ – ١٢٨٣) حيث ترجم نفس الكتاب وغيره من الكتب ، وكذلك حذا حذوهم « پروفاسيوس » وأبراهيم الطليطى .

* * *

ومن الذين تأثروا بابن الهيثم فى الشرق الاسلامى العالم الايرانى « بهاء الدين الخرقى » الذى توفى عام ١١٣٨م ، تأثر به فى كتابه « منتهى الادراك فى تقسيم الأفلاك » رغم أن طابعه المميز جغرافى رياضى .

ثم يأتى بعده فى المرتبة الأولى « كمال الدين الفارسى » الذى درس ابن الهيثم دراسة وافية فى البصريات وألف فى ذلك متنه الكبير « تنقيح المناظر لذوى الأبصار والبصائر » وعن هذا الكتاب عرفت أوروبا الكثير عن ابن الهيثم ، وعن نظريته بالانعطاف فى الكرة المشفة التى بنيت عليها نظرية قوس قزح نشرها الراهب الدومينيكى الألمانى من فريبورج « تيودوريق » فى كتابه بين عامى ١٣٠٤ – ١٣١١ عن قوس قزح .

فيلسوف أرسطاليسى

فى عصر ابن الهيثم ، كانت هناك نزعتان فى الفلسفة ، احداهما أفلاطونية تميل نحو الشك وتأخذ بالتفسير الرياضى دعامة لمعرفة الكون وموجوداته ، والأخرى مشائية تأخذ بالتفسير الطبيعى الذى ارتضاه أرسطو مذهبا له ، ثم ما تلاه من الشراح أمثال الاسكندر الأفروديسى ثم ثامسطيوس .

واستطاع العلماء العرب فى كرتهم العلمية الأولى أن يمتصوا العناصر الدخيلة على الروح اليونانية الخالصة ، ونعنى بها تلك العناصر الشرقية التى مزجت بعناصر يونانية ، كتلك العناصر المترسبة من البابلية والآشورية والساسانية ، فكأنها لم تأخذ اذن شيئا مما يميز الروح اليونانية الحقيقية ، ويطبعها بطابعها الوثنى الخالص ، وانما هى استعادت ما أخذته منها الروح اليونانية ، وفى هذا تعليل واضح للنجاح الهائل الذى لقيته الأفلاطونية المحدثة فى العالم الاسلامى ، وهى التى نبعت من أفلوطين الاسكندرانى .

فأرسطو اليونانى لم تستطع روح الحضارة الاسلامية أن تهضمه ، فاستعانت على هضمه واجتراره بالأفلاطونية المحدثة ، التى هى مزيج ، نصيب الروح الشرقية فيه أكبر من نصيب الروح اليونانية .

وتفاعلت النزعتان ثم تشابكتا فى خصام حينا أو فى مهادنة أحيانا ، فكانت هناك الفرق الاسلامية المتنابذة من أشاعرة ومعتزلة وكيسانية وغيرها ، وتنافر المعسكر السنى مع الفلك والرياضيات ،

فظهر واضحا فى شعر ابن الرومى عند هجائه صاعد وابنه أبى عيسى حيث يقول :

وثنى بابنه السفيه المعنى بأساطير رسطاطاليس
والذى لم يصخ بأذنيه الا نحو ذو ثوريوس أو واليس
عاقدا طرفه ببهرام أو كيو ان أو هرمس أو البرجيس
أو بشمس النهار والبدر والز هرة عند التثليث والتسديس
واجتماعاتهن فى كل قيد وافتراقاتهن عن كل قيس

وعلى النقيض من ذلك المعسكر الشيعى فى مصر حيث الدولة الفاطمية التى كانت ترعى الرياضيات والفلكيات ، ويظهر ذلك واضحا فى شعر أبى على المهندس المصرى الذى كان قيما بعلم الهندسة ، حيث يقول :

تقسم قلبى فى محبة معشر بكل فتى منهم هواى منوط
كأن فؤادى مركز وهم له محيط وأهوائى لديه خطوط

ويقول أيضا :

أوقليدس العلم الذى يحوى به ما فى السماء معا وفى الآفاق
تزكو فوائده على انفاقه يا حبذا زاك على الانفاق
هو سلم وكأنما أشكاله درج الى العلياء للطراق
ترقى به النفس الشريفة مرتضى أكرم بذاك المرتقى والراقى

وبينما نجد الغزالى فى حيرة تقلق مضاجعه ، والشك يعصره فى كتابه المنقذ من الضلال ، نجد ابن الهيثم يمر بذلك الطور من الشكوك ، ودليلنا فى ذلك ما نقله ابن أبى أصيبعة من خط ابن الهيثم فى مقالة له قوله :

« انى لم أزل منذ عهد الصبا مرويا فى اعتقادات الناس المختلفة ، وتمسك كل فرقة منهم بما تعتقده من الرأى ، فكنت متشككا فى

جميعه ، موقنا بأن الحق واحد ، وأن الاختـــلاف فيه انما هو من جهة السلوك اليه .

فلما كملت لادراك الأمور العقلية انقطعت الى طلب معـــدن الحق .. فخضت لذلك ضروب الآراء والاعتقادات ، وأنواع علوم الديانات فلم أحظ من شيء منها بطائل ، ولا عرفت منه للحق منهجا ولا الى الرأى اليقينى مسلكا جددا .

فرأيت أننى لا أصل الى الحـــق الا من آراء يكون عنصرها الأمور الحسية ، وصورتها الأمور العقلية ، فلم أجد ذلك الا فيما قرره أرسطوطاليس ..

فلما تبينت ذلك أفرغت وسعى فى طلب علوم الفلسفة ، وهى ثلاثة : علوم رياضية ، وطبيعية ، والهية » .

وبعد أن عدد مصنفاته قال :

« ثم شفعت جميع ما صنعته من علوم الأوائل برسالة بينت فيها أن جميع الأمور الدنيوية والدينية هى من نتـــائج العلوم الفلسفية » .

ويقول بعد ذلك :

« فان ثمرة هذه العلوم هى علم الحق والعمل بالعدل فى جميع الأمور الدنيوية ، والعدل هو محض الخير الذى بفعله يفوز ابن العالم الأرضى بنعيم الآخرة السماوى » .

انه يؤمل ويرجو رجاء العالم المتواضع فيقول فى موضع آخر :

« ولعلنا ننتهى بهذا الطريق الى الحق » .

وأى حق هو ؟

« الذى به يثلج الصدر » .

ثم يقول :

« ونصـــــل بالتدرج والتلطف الى الغاية ، التى عندها يقع اليقين ، ونظفر مع النقد والتحفظ بالحقيقة ، التى يزول معها الخلاف تنحسم بها مواد الشبهات » .

ثم يستطرد :

« وما نحن مع جميع ذلك برآء مما هو فى طبيعة الانسان من كدر البشرية ، ولكنا نجتهد بقدر ما هو لنا من القوة الانسانية ، ومن الله نستمد العون فى جميع الأمور » .

ألا يتفق هذا القول والرأى القائل بأن المعرفة على وجه عام انما هى بالاضافة وليست على الاطلاق ، وأن العلم انما هو لغة لشرح العالم فهو اذن من صنع عقولنا !

ثم اننا نجد فى بعض ما روى المؤرخون ما يدل على حـرص ابن الهيثم على الحق والعدل ، ذكر البيهقى أن أميرا من الأمراء جاء الى ابن الهيثم متعلما ، فقـال له أبو على : أطلب منك للتعليم أجرة هى مائة دينار فى كل شهر ، فبذل ذلك الأمير مطلوبه وما قصر فيه ، وأقام عنده ثلاث سنين ، فلما عزم الأمير على الانصراف قال له أبو على : خذ أموالك بأسرها فلا حاجة لى اليها وأنت أحوج اليها منى عند عودك الى مقر ملكك ومسقط رأسك ، وانى قد جربتك بهذه الأجرة ، فلما علمت أنه لا خطر ولا موقع للمال عندك فى طلب العلم ، بذلت مجهودى فى تعليمك وارشادك ، وأعلم أن لا أجرة ولا رشوة ولا هدية فى اقامة الخير ، ثم ودعه وانصرف .

ان هذه (١) الواقعة تشعرنا بأن ابن الهيثم فى مبادئه السياسية والأخلاقية ، ينزع الى نوع من الأرستقراطية يجـاوز به تقسيم طبقات الناس بحسب ما يصلحون له من الأعمال فى الحيـاة الاجتماعية الى الاستخفاف بالعامة وازدرائها ، وابن الهيثم يريد

---

(١) المرحوم الدكتور مصطفى عبد الرازق .

بالعامة الذين يزدريهم من ليس همهم الحق والخير فهم يؤثرون على طلب الحق والعدل ، ومن أجل ذلك لم يبذل علمه للأمير الا بعد ما وثق من استهانته بالمال فى سبيل طلب المعارف النفسية والعمل بالعدل الذى هو محض الخير .

وأساس الأخلاق عند ابن الهيثم ايثار الحق وطلب العلم ، والحق ليس هو أن يدركه الكثير من الناس ، لكن هو أن يدركه الفهم الفاضل منهم ، ولذلك يقول ابن الهيثم على ما نقله ابن أبى أصيبعة :

« فكنت ، كما قال جالينوس فى المقالة السابعة من كتابه فى حيلة البرء يخاطب تلميذه : لست أعلم كيف تهيأ لى منذ صباى ان شئت قلت باتفاق عجيب ، وان شئت قلت بالهام من الله ، وان شئت قلت بالجنون أو كيف شئت أن تنسب ، ذلك انى ازدريت عوام الناس واستخففت بهم ، ولم ألتفت اليهم ، واشتهيت ايثار الحق وطلب العلم ، واستقر عندى أنه ليس ينال الناس من الدنيا شيئا أجود ، ولا أشد قربة الى الله من هذين الأمرين » .

ولابن الهيثم كلمات مأثورة ذكرها البيهقى تدل على نزعاته الأخلاقية منها قوله :

« ابذل لمعارفك معروفك ، وللمستعد علمك ، وحراس عرضك ودينك » .

ومنها :

« اذا وجدت كلاما حسنا لغيرك فلا تنسبه الى نفسك ، واكتف باستفادتك منه ، فان الولد يلحق بأبيه ، والكلام بصاحبه ، وان نسبت الكلام الحسن الذى لغيرك الى نفسك ، نسب غيرك نقصانه ورذائله اليك »

تلك كانت الأخلاقيات عند ابن الهيثم لن نخوض فيها الى أبعد من ذلك ، وسنوجه بحثنا الى عنايته بالمنطق الأرسطى عندما كان

يعيش بالعراق وسوريا فى المرحلة الأولى من حياته ، على غرار الطابع الرئيسى فى فلسفة معاصريه كالفارابى وابن سينا ، أما فى المرحلة الثانية من حيــــاته حينما استقر بجوار الجامع الأزهر بالقاهرة فان طابع المدرسة الاسكندرانية كان متغلبا على مناشطه العلمية كطابع التجريب عند ارشميدس وبطليموس القلوذى ، والطابع الرياضى والقياس البرهانى عند أبولونيوس واوقليدس ، وطابع الاستنباط والاستقراء الذى ارتضاه لنفسه منهجا بعد أن زاوجه مع التجريب والقياس ، وهو نفسه قد شعر بذلك اذ وجد أن مقالته السابقة فى علم المناظر لم تعد تشبعه وهى المقالة التى كتبها فى عهده الأول بالعراق أو سوريا ، أما كتابه الذى ألفــــه بالقاهرة فى المناظر فانه قد اعتبره قمة فى الادراك الصحيح طبقا للنهج الجديد الذى استقر فى عقله ، وهو يقول عن كتابه الأول بلفظه فى مقدمة كتابه الأخير فى المناظر :

« فمن وقع اليه المقالة التى ذكرناها ، فليعلم أنها مستغنى عنها بحصول المعانى التى فيها فى مضمون هذا الكتاب » .

* * *

ورغم أن المنطق الأرسطاليسى غامر معظم مؤلفاته الا أننا نرى أن رسالته « فى المكان » تعتبر بروزا واضحا لتأييد هــــذه الفكرة ، وسوف نناقشها فى اقتضاب .

يقول ابن الهيثم فى مقدمة رسالته ما يلى :

« قد اختلف أهل النظر المتحققين بالبحث عن حقائق الأمور الموجودة فى ماهية المكان ، فقال قوم ان مكان الجسم هو السطح المحيط بالجسم ، وقال قوم آخرون أن مكان الجسم هو الخلاء المتخيل الذى ملأه الجسم ، ولم نجــــد لأحد من المتقـــدمين كلاما مستقصى فى ماهية المكان ولا دليلا واضحا يفصح عن حقيقـــــة المكان .

ولما كان ذلك كذلك رأينا أن نبحث عن ماهية المكان بحثا مستقصى يظهر به ماهية المكان ، وتنكشف حقيقته ، ويسقط به الخلاف ، ويزول معه الاشتباه » .

ان ما يقصده ابن الهيثم هو المفهوم المتواتر عن المكان فى الشرق الاسلامى وهو الذى ترسب من عناصر هيلينستية ، هذا المفهوم يتضح فى تعريف ابن سينا للمكان حيث يقول عنه :

« هو السطح الباطن من الجرم الحاوى المماس للسطح الظاهر للجسم المحوى ، ويقال مكان للسطح الأسفل الذى يستقر عليه جسم ثقيل ، ويقال مكان بمعنى ثالث الا أنه غير موجود ، وهى أبعاد مساوية لأبعاد المتمكن تدخل فيه أبعاد المتمكن فان كان يجوز أن يبقى من غير متمكن كانت نفسها هى الخلاء ، وان كان لا يجوز الا أن يشغلها جسم كانت هى أبعاد غير أبعاد الخلاء ، الا أن هذا المعنى من لفظ المكان غير موجود » .

أما مسألة الخلاء فهى شديدة القرب من مسألة المكان ، وكان فيها من قبل لأرسطو رأيان متضادان تمام التضاد : أحدهما يقرر وجود الخلو باعتباره لابد منه للحركة ، والثانى كان يؤكد فى جزم على سواء أن الخلو لا يوجد فالطبيعـــة تمقت الفراغ ، وكان انكساغوراسى يدافع عن هذه النظرية الأخيرة ، ويحاول أن يثبتها بتجربة محسوسة ، فكان يفش أوطابا مملوءة بالهواء فى ساعات مائية يثبت بذلك أن ما يظنونه خلوا انما هو مملوء بالهواء .

ويتخذ أرسطو من هذا البرهان أداة لعدم قبول امكان وجود الخلو ، فالخلو فى نظره ليس ضروريا للحركة كما قد يتخيل بل هو لها عقبة كؤود ، وفى الخلود تفقد الأشياء ميولها الطبيعية التى تحملها الى فوق اذا كانت خفيفة والى تحت اذا كانت ثقيلة .

ويطرق ابن الهيثم هذا الموضوع بلباقة فى رسالته السابقة هكذا :

« فنقول ان كل جسم فله شيئان : كل واحد منهما يحتمل أن يسمى مكانا له ، فأحدهما السطح المحيط بالجسم ، أعنى سطح الهواء المحيط بالجسم الذى فى الهواء ، وسطح الماء المحيط بالجسم الذى يكون فى الماء ، وسطح كل جسم فى داخله جسم منفصل عنه ، وهو الذى ذهب اليه احدى الطائفتين المختلفتين .

والمعنى الآخر هو الخلاء المتخيل الذى ملأه الجسم ، فان كل جسم فانه قد انتقل من الموضع الذى هو فيه ، فان السطح المحيط كان به يمكن أن يتخيل خاليا لا جسم فيه ، وأن كان قد ملأه هواء أو ماء أو جسم من الأجسام غير الجسم الذى كان فيه ، وأريد بالموضع أحد الأمكنة التى تقدم ذكرها ، التى كل واحد منها يسمى بالاتفاق مكانا .

والخلاء المتخيل هو الأبعاد المتخيلة التى لا مادة فيها التى بين النقط المتقابلة من السطح المحيط بالخلاء » .

ويستطرد ابن الهيثم قائلا فى سبيل الدفاع عن رأى أرسطو :

« فأما الخلاء المتخيل الذى قد ملأه الجسم ، فان الذى يعترض فيه من الشبه ، هو أن يقال ان الخلاء ليس بموجود فى العالم ، فاذا قيل ان كان الجسم هو الخلاء ، لزم أن يكون مكان الجسم شىء ليس بموجود ، والجسم موجود ، وكل جسم موجود فهو فى مكان ، واذا كان المتمكن موجودا فمكانه موجود ، فيلزم أن يكون الخلاء موجودا ، وهو قول شنيع عند من يقول ان الخلاء ليس بموجود .

فهذه الشبه تنحل بما نصف ، وهو أن يقال فى جواب هذا القول ان الخلاء انما هو أبعاد مجردة من المواد ، فالخلاء المتخيل الذى قد ملأه الجسم هو الأبعاد المتخيلة المساوية لأبعاد الجسم اذا تخيلت مجردة من المادة .

فالخلاء المتخيل الذى قد ملأه الجسم هو أبعاد متخيلة مساوية لأبعاد الجسم قد انطبقت عليها أبعاد الجسم المتخيلة فى الجسم » .

* * *

يرى أرسطو أن الدليل الواضح على وجود المكان هو تعاقب الأجسام التى تتناوب التحيز فى محل واحد بعينه ، ليكن مثلا اناء فيه ماء الآن ، أخرج منه الماء فيأتى الهواء يحل محله أى أن جسما جديدا يأتى فيأخذ المحل الذى أخلاه الآخر ، يوجد اذن مكان محل يتميز عن جميع الأشياء التى هى فيه والتى تختلف اليه ما دام أن الهواء يوجد الآن به حيث كان يوجد الماء من قبل .

ويؤيد ابن الهيثم ذلك فى مثال مشابه ويصل فيه الى أن الجسم اذا تغير شكله تغير شكل السطح المحيط به فيقول :

« ومن ذلك أن الماء اذا كان فى قربة كان سطح داخل القربة مكان الماء ، ثم اذا عصرت القربة فاض الماء من رأس القربة ، ويكون سطح القربة محيطا بما بقى من الماء ، ثم كلما عصرت القربة خرج الماء ، وكان سطح القربة محيطا بما بقى من الماء ، ثم كلما عصرت القربة خرج الماء ، وكان سطح القربة محيطا بما بقى ، فيكون الجسم يتناقص دائما ، ومكان كل ما بقى منه هو مكانه الأول ، ويلزم من ذلك أن يكون المكان الواحد الذى هو سطح داخل القربة مكانا لأجسام مختلفة المقادير متباينة الاختلاف ، وسطح القربة تارة محيط بأعظمها ، وتارة محيط بأصغرها ، وتارة محيط بأوسطها ، وهذه شناعة شنيعة » .

وتعريف المكان بالسطح المحيط بالجسم ، والحد الأول للامتحرك للحاوى هو تعريف الحيز وليس هو التعريف الخاص للمكان ، ويقول ابن الهيثم فى هذا الصدد :

« ويلزم من جميع ذلك أن يكون الجسم الواحد له أمكنة كثيرة مختلفة المقادير ، ومقدار الجسم لم يتغير ، وذلك الجسم

المنفعل كالشمع والرصاص والماء ، وكل جسم سيال قد يتشكل بأشكال مختلفة من غير أن يزيد فيه ولا ينقص منه شيء ، وذلك أن الشمع وما جرى مجراه اذا كان على شكل مكعب ، كان سطحه المحيط به هو مكانه ، ثم اذا جعل ذلك الجسم بعينه كريا كان مكانه هو السطح الكرى المحيط ، والسطح الكرى هو أبدا أصغر من مجموع سطوح المكعب اذا كان جسم الكرة مساويا لجسم المكعب » .

ويرى أرسطو أن كل الدلائل تتضافر على اثبات أن المكان موجود كشيء فعلى بصرف النظر عن الأجسام التى يحويها ، وأنه بالتبع كل جسم محسوس هو فى المكان ، من أجل ذلك يظهر أن الشاعر « هيزيود » كان على حق حين جعل العماء قبل كل الأشياء اذ يقول :

قبل سائر الباقى قد كان العماء ، ثم الأرض ذات الصدر الفسيح .

أى أن الشاعر يفترض أنه قبل ظهور الأجسام كان يوجد مكان يستطيع أن يقبلها ، وفيه تجد محلها ، وهذا المكان هو ضرورة متقدم على كل ما هو غيره ، وبالتبع فالمكان الذى كان يوجد قبل الأشياء لا يزال موجودا بعدها ، ولا يفسد حين تفسد الأشياء التى هو يشتمل عليها .

ومن وجهات نظر أخرى يمكن أن توضع مسائل محيرة على المكان ، كيف يمكن أن يكون المكان علة بالنسبة للأشياء ؟ الى أى نوع من العلة يمكن رده ؟ فهو لا يمكن اعتباره كمادة للموجودات ما دام ليس واحد من الموجودات مركبا من مكان ، كذلك ليس هو الصورة والماهية للأشياء ، وليس كذلك غايتها ، وليس محركها .

وثمة اعتراض آخر : اذا كان المكان هو مادة الأشياء وصورتها فحينئذ هو يندمج فيها ، ويكون فى الشيء نفسه لا خارجا عنه

بعد ، وبالنتيجة يكون المكان فى المكان ، ما دام أن جسما هو دائما وبالضرورة فى حيز لأن الصورة والهيولى يتحركان ويتغيران بالمكان مع الشيء لأنهما لا يبقيان بعده فى الحيز بعينه بل يذهبان الى حيث يذهب ، وحينئذ يلزم مكان للمكان ، حيز للحيز ، وهذا سخف .

على هذا فالمكان الذى ليس هو جسما ولا علة يكاد يكون موجودا ، لأنه اذا كان موجودا فسيتساءل المرء مع الفيلسوف الأغريقى « زينون » أين حيز المكان ؟ ما دام أن كل موجود هو بالضرورة فى حيز ، فسيكون اذن مكان لمكان وهلم جرا الى ما لا نهاية .

كل هذه الاعتراضات يجيب عنها ابن الهيثم فى تعريف مانع شامل « مكان الجسم هو أبعاد الجسم » ويرد على اعتراضات « زينون » على الحيز قائلا :

« فان قيل أن الخلاء هو جسم والجسم المتمكن فى المكان هو جسم ، وليس يجوز أن يداخل الجسم جسما آخر ، ويصير جسما واحدا .

فالجواب أن الجسم لا يداخل الجسم اذا كان واحد منهما ذا مادة ، وكان فى المادة مدافعة وممانعة فيمنع كل واحد منهما الآخر أن يصير فى مكانه وهو ثابت فى مكانه ، والخلاء ليس بذى مادة ولا فيه مدافعة ، وانما الخلاء هو أبعاد فقط متهيئة لقبول المواد .

والجسم الطبيعى هو المادة التى هى الأبعاد المتخيلة متهيئة لقبولها مع الأبعاد ، وكل الأبعاد فهى متهيئة لقبول كل مادة ، وكل بعد فليس فيه مانع يمنع من أن تنطبق عليه ، فليس يمتنع أن ينطبق أبعاد الجسم الطبيعى الذى الخلاء متهيىء لقبوله على أبعاد الخلاء ، التى هى أطوال لا عروض لها ولا مدافعة فيها . واذ ذلك كذلك

فقد بطل القول بأن الجسم الطبيعى لا يداخل الخلاء لأنهما جسمان ، واذ قد تبين جميع ما بيناه فمكان الجسم هو أبعاد الجسم التى اذا جردت فى التخيل ، كانت خلاء لا مادة فيه مساويا لجسم شبيه بشكل الجسم ، وذلك ما أردنا بيانه فى هذه المقالة » .

بقيت ملاحظة أخيرة ، حيث يتفق ابن الهيثم مع أرسطو فى أن الرياضيات مع كونها مجردات تثبت أيضا وجود المكان لأنه ، ولو أن الموجودات التى تشتغل بها بما هى عقلية محضة ليس لها حيز ، ولا يمكن أن يكون لها حيز ، الا أنها مع ذلك لها وضع بالنسبة لنا والذهن يميزها بأن يضعها على اليمين أو على الشمال حسب الحاجة ، على هذا فالذهن يحلها كما أن الطبيعة نفسها تحل العناصر .

وابن الهيثم يؤمن بأن الضوء شىء له وجود فى ذاته وله حركة نقلة من مكان الى مكان ، وتلك الحركة تقتضى زمانا ، بل وأن تلك الحركة كمية موجهة فى الذهن وفى الحقيقة ، وقوانين الانعكاس والانكسار شواهد اثبات على ذلك .

* * *

ويختلف ابن الهيثم مع أرسطو فى أنية الضوء ، فأرسطو يقول بأن الضوء يتحرك لا فى زمان ، بينما يؤكد ابن الهيثم بأن الضوء يتحرك فى زمان ، ورأى أرسطو صريح فى ذلك الصدد ففى مخطوطه (١) « فى أن الضوء ليس بجسم » يقول بلفظه :

« قال أصح ما انتهى الينا من قول الأوائل فى الضياء حجج أرسطو ، فما احتج به فى كتاب النفس وغيره على ذلك أنه قال كل جسم اذا تحرك فانما حركته فى زمان ، والضياء يتحرك لا فى زمان ، فليس بجسم ، وذلك أنه مع طلوع الشمس يضىء الأفق كله معا ، وليس يضىء جزء منه بعد جزء ، فيكون متحركا لا فى زمان لأن

(١) مخطوط بدار الكتب وهو من كلام جمعه حنين بن اسحاق من كلام أرسطوطاليس (٢٨٣٥ و) .

الزمان يتجزأ بالقبل والبعد ، ويتجزأ ما كان فيه من الحركات متجزئة » .

ويستند أرسطو فى برهانه على قضية المكان فيقول :

« ان كان ضياء الشمس جسما ، فلا يخلو اذا سلك فى الهواء وأنار به ، من احدى ثلاث خلال : اما أن يجاور الهواء أو يداخله أو يكون محمولا فيه .

فان كان مجاورا له فمكانه غير مكانه ، فهذا شأن الأجسام المتجاورة ، فيكون المكان الذى يحل فيه الضياء مضيئا ، والمكان الذى يحل فيه الهواء غير مضىء ، والحس يبطل هذا ، لأنا نجد الهواء اذا أشرقت الشمس عليه مضيئا كله .

وان كان مداخلا له لزم أن يحلا فى مكان أحدهما ، ولو جاز هذا فى جسمين . جاز فى ثلاثة وأربعة ، وفى أجسام العالم كلها ، حتى يكون العالم كله مداخلا لبهاه ، وهـــذا محال . فلم يبق الا أن يكون محمولا فيه والمحمول فى الجسم عرض ، فالضياء عرض » .

يرى أرسطو ، ورأيه حاسم فى هذا الموضوع ، أن الضوء ليس بجسم ، ولم يوضح لنا ماهية هذا الضوء ، فرأيه سلبى غـــير ايجابى ، وتحايل ابن الهيثم فلم يبت برأى صريح فى هذه الماهية سوى أنه قال بأن الضوء شىء له وجود فى ذاته ، ولكن ما هو كنه هذا الوجود ، انه مثله بنموذج الكرات الصلدة التى يسقطها من عل فوق ألواح من الفولاذ صقيلة ، نموذج ميكانيكى لا أقـــل ولا أكثر ، لأنه خشى الولوج فى قضية المكان المتشابكة هـــذه ، ومنطق أرسطو قوى الحجة حيث يعيد القول :

« ان المكان له قوة أثرها بين الأشياء الطبيعية ، ولذلك يوجد لكل جسم مكان خاص به ، يطلبه بطبيعته ، فالمكان أحد الأسباب

المتقدمة فى معرفة طبيعة الشىء اذا كانت الأجسام المستقيمة الحركة :

والتى حركتها على الاستدارة لها أمكنة طبيعية ، وكان العلو مكان النار ، والهواء والوسط مكان الأجسام التى يغلب على تركيبها الأرض أو الماء ، والموضع المحيط بالوسط للأجسام المستديرة الحركة .

وكانت هذه الأمكنة الثلاثة هى الأمكنة الطبيعية ، وكان محال أن يوجد جسم ليس له مكان خاص به ، وذلك أنه لما يكن للجسم الأول حركة طبيعية خاصة به ، وجب أن يكون له مكان طبيعى خاص به .

فيجب من هذه المقدمات أن يكون الضياء ليس بجسم ، وذلك أنه ليس شىء من هذه الأمكنة ، أعنى العلو والوسط ، والوسط أخص بالضياء من غيره لأنه يوجد فيها كلها ولا يطلب منها شىء اذا فارقه » .

يتضح من ذلك أن قضية المكان قد تفرعت منها قضية ماهية الضوء ، فأرسطو يرى أن الضوء ليس بجسم ، لأن الجسم لابد له من حيز ، ومحال أن يتداخل جسم الضوء مع جسم الهواء أو الأجسام التى تعترضه فينيرها .

وابن الهيثم يرى أن الضوء موجود فله كيان بذاته ، وفلاسفة الضوء من الأوربيين فى عصر النهضة قالوا غير ذلك ، اذ استغل « نيوتن » فكرة ابن الهيثم الميكانيكية فقال بنظرية الجسيمات .

ورأى « هيجنز » العالم الهولندى خلاف ذلك ، فقال ان الضوء ما هو الا موجات متعاقبة ، كما رأى بعث فكرة الأثير ، تلك المادة اللطيفة التى تساعد على انتشار موجات الضوء التى تحدث فيه ثم تنتقل من مكان الى مكان ، على غرار موجات الماء ، وسنوضح ذلك فى مكان آخر بالتفصيل .

فقضية المكان اذن قضية متشعبة الأطراف فى الطبيعيات أحدثت قلقا فى الفكر ، فتفرعت منها قضايا أخرى مثل ضوء النار حيث يقول أرسطو فى نفس المخطوط :

« ان كان ضوء النار جسما ، فلابد أن يكون اما نارا ، واما جسما منبعثا من النار ، ولا يجوز أن يكون ضوء النار نارا ، لأن النار تحرق والضوء لا يحرق ، لأن الضوء يوجد فى الماء ، والماء لا تمنعه من أن يبرد ويرطب ، وهو ضد النار ، والأضداد اذا تلاقت تفاسدت ، والضوء والماء اذا اجتمعا لم يتفاسدا ، فالضوء ليس بنار .

وأيضا فنجد ضوء النار واقعا على القطن والصوف والأشياء التى من شأن النار أن تلهب فيها ، فلو كان ضوء النار نارا لكان محرقا ملهبا لهذه الأشياء ، ولو كان جسما منبعثا من النار لم يمتنع أن يوجد بعد انطفاء النار ، لأن الأجسام قائمة بأنفسها ، ومنفردة بذواتها ، والحس يبطل هذا ، لأنا نجد ضوء النار يزول بزوالها فليس بجسم » .

ولابن الهيثم شروح كثيرة على الأضواء الصادرة من فتيلة محترقة أو شمعة أو ما شابه ذلك ، ومقارنتها بالأضواء الصادرة من الشمس أو الكواكب ، نرجىء الخوض فى موضوعها لمكان آخر سيأتى بعد .

الفلكى

في صدر الدولة العباسية ، اعتمد علماء العرب في الفلكيات على رافدين أحدهما هندى يتمثل فى كتاب السندهند ، وهو كتاب فى علم الهيئة بنى على طريقة الهنادكة فى عمل الأزياج أى الجداول الفلكية ، والآخر اسكندرانى يتمثل فى المجسطى لمؤلفه بطليموس القلوذى الذى عاش فى الاسكندرية فى القرن الثانى الميلادى وعمل أرصادا فلكية من عام ١٢٥ - ١٤١ م ، والعرب هم الذين أطلقوا عليه هذا الاسم وهو مشتق من كلمة "Majestos"

ويضم الكتاب الأخير صفوة العلوم الفلكية عند اليونان والمصريين القدماء ، والعلم الرياضى ، بالاضافة الى أرصاد بطليموس نفسه ومن سبقوه أمثال ايبرخس ، وأصبح المجسطى الحجة الأولى فى هذا المجال كما كان كتاب الأدوية المفردة لجالينوس حجة فى الطب ، ولم يستطع أحد من العلماء أن يطعن فى النظام البطليموسى الذى استقر نهائيا فى الأذهان ، وتمخضت الجهود فى المحاولة للتوفيق بين نظام بطليموس ونظرياته وبين نتائج الأرصاد التى قام بها علماء أمثال الفرغانى والبوزجانى والنظام الأعرج النيسابورى .

درس ابن الهيثم كتاب المجسطى دراسة عميقة ، بل كان مصدر رزقه كما روى القفطى عن « يوسف الفاسى الاسرائيلى الحكيم » كما رواه أيضا ابن أبى أصيبعة عن « علم الدين قيصر المهندس » وكان من معاصرى ابن الهيثم ، قالا أن مورد رزق

ابن الهيثم فى أيامه الأخيرة بجوار الجامع الأزهر كتابين أو ثلاثة كتب رياضية ، منها كتاب الأصول لأوقليدس وكتاب المجسطى لبطليموس ، كان ينسخها كل عام فيأتيه من أقاصى البلاد من يشتريها منه بثمن معلوم ، لا مساومة فيه ولا معاودة ، وكان ثمنها يكفيه مؤونة العام .

وكانت نتيجة دراسة ابن الهيثم لكتاب المجسطى تأليفه « مقالة فى الشكوك على بطليموس » وهى مخطوط موجود بمكتبة بلدية محافظة الاسكندرية للآن جاء فيه بلفظه : « ولما نظرنا فى كتب الرجل المشهور بالفضيلة ، المتفنن فى العلوم الرياضية ، المشار اليه فى العلوم الحقيقية ، أعنى بطليموس القلوذى ، وجدنا فيها علوما كثيرة ، ومعانى غزيرة كثيرة الفوائد عظيمة المنافع ، ولما خصمناها وميزناها ، وتحرينا انصافه وانصاف الحق منه ، وجدنا فيها مواضع مشبهة ، وألفاظا بشعة ، ومعانى متناقضة ، الا أنها يسيرة فى جنب ما أصاب فيه من المعانى الصحيحة .

ورأينا أن فى الامساك عنها هضما للحق ، وتعديا عليه ، وظلما لمن ينظر بعدنا فى كتبه فى سترنا ذلك عنه ، ووجدنا أولى الأمور ذكر هذه المواضع واظهارها ، ثم نجتهد بعد ذلك فى سد خالها ، وتصحيح معانيها بكل وجه يمكن أن يؤدى الى حقايقها .

ولسنا نذكر فى هذه المقالة جميع الشكوك التى فى كتبه ، وانما نذكر المواضع المتناقضة ، والأغلاط التى لا يقول فيها فقط ، يعنى متى لم يخرج لها وجوه صحيحة ، وهيئات مطردة انتقضت المعانى التى قررها وحركات الكواكب التى حصلها » .

وكتاب المجسطى الذى يمحصه ابن الهيثم يحتوى على ثلاث عشرة مقالة ومائة واحد وأربعين فصلا ، ومائة ستة وتسعين شكلا ، على ما فى النسخة التى نقلها اسحاق بن حنين ، وأصلحها ثابت بن قرة .

والمقالة الأولى بها أربعة عشر فصلا وستة عشر شكلا ، وهى تطرق مواضيع كثيرة ، فى أن السماء كرية وحركتها مستديرة ، وفى أن الأرض كرية فى الحس بالقياس الى الكل ، وفى أن الأرض وفى وسط السماء كالمركز فى الكرة ، وفى أن الأرض كالنقطة عند فلك البروج ، وفى أن الأرض ليس لها حركة انتقال ، وفى أن أصناف الحركات الأول للسماء اثنان ثم يلى ذلك مواضيع أخرى فى العلوم الجزئية والرياضيات .

وفى المقالة الثانية ثلاثة عشر فصلا وخمسة وعشرون شكلا : منها : فى معرفة سـعة المشرق من مقـدار النهـار الأطول أو الأقصر .. الخ .

وفى المقالة الثالثة عشرة فصول وعشرون شكلا منها : فى مقدار زمان السنة ، وفى حساب التقويم الشمسى .

ويلى ذلك بقية المقالات التى تطرق مواضيع كثيرة مثل : فى تعيين الأرصاد التى منها تعرف أمور القمر الكلية ، وفى تصحيح حركتى الطول والعرض ، وفى صيغة آلة تقاس بها الكواكب ، وفى حساب تقويم القمر طولا وعرضا ، وفى عمل آلة لرصد اختلاف المنظر ، وفى تحصـيل أبعاد القمر ، وفى مقادير أجـرام النيرين والأرض .. الخ .

ولا يستطيع كتابنا هذا أن يسرد جميع هذه المواضيع التى تأخذ من وقت القارىء الكثير ، وانما سردنا بعضا منها على سبيل المثال لا الحصر .

ومثل من أمثلة دراسة ابن الهيثم ما يقوله بلفظه :

« وأما كتابه الموسوم بالمجسطى فانا وجدناه ذكر فى الفصل الثالث من المقالة الأولى منه ، فهو « فى أن السماء كرية » أن الشمس انما ترى في الآفاق أعظم منها اذا كانت فى وسط السماء ، لأن بخارا رطبا هو الذى يحيط بالأرض يصد فيما بين البصر

وبينها ، فترى كذلك ، كما أن ما يلقى فى الماء يرى أعظم ، وكلما رسب كان أزيد فى عظمه .

يشير الى أن البخار الرطب هو فى الآفاق ، وليس فى وسط السماء ، ولذلك ترى الشمس فى الآفاق أعظم .

وهو يقول (أى بطليموس) فى المقالة الخامسة من كتابه فى المناظر أن جسم السماء ألطف من جسم الهواء يعنى أشد شفيفا ، وبين فى آخر هذه المقالة أن المبصر اذا كان فى جسم أغلظ ، وكان البصر فى جسم ألطف ، فان المبصر يرى أصغر مما يرى على استقامته .

وبين من كلامه فى هذه المقالة فى الزجاج والهواء والماء ، أن الجسم الذى على البصر كلما ازداد غلظة ازداد الشعاع انعطافا على العمود الذى فى الجسم الألطف ، أشد اجتماعا وأضيق زاوية ، فيلزم من ذلك أن يكون الهواء كلما ازداد غلظا ازداد المبصر الذى فى السماء صغرا فى الزاوية .

وهذان المعنيان متناقضان ، وذلك أنه اذا كان البخار الرطب فى الآفاق ، فليس هو فى وسط السماء ، كان البخار أغلظ من بقية الهواء ، والسماء ألطف من الهواء فيجب أن ترى الشمس فى الآفاق أصغر مما ترى فى وسط السماء ، لأن البخار الذى فى الآفاق أغلظ من الهواء الذى فى وسط السماء ، والسماء هى واحدة بعينها فى كل موضع والوجود بخلاف ذلك » .

هذا هو موضع التناقض الذى اعترض عليه ابن الهيثم على رأى بطليموس ، ولكن من الواضح أنه اذا كان ابن الهيثم يريد بالأبخرة الغليظة بخار الماء ، فبخار الماء من حيث الشفيف ألطف من الهواء لا أغلظ ، وان كان التفاوت بينهما صغيرا يصح اغفاله ، واذا كان يريد بالأبخرة الغليظة ما هو من قبيل السحب أو الضباب أو البلورات الثلجية ، فليس الحال فيها حال الجسم

الشف المتصل المتجانس الأجزاء الذى ينعطف الضوء عند نفوذه فيها على المنوال المقصود فيما نحن بصدده .

* * *

ومن جهة أخرى فقد وضح ابن الهيثم فى مخطوطه « كتاب المناظر » أن انعطاف الضوء الوارد من الكواكب فى الطبقة الهوائية المحيطة بالكرة الأرضية يترتب عليه بوجه عام ادراك الأبعاد التى بين الكواكب ، أو اعظام الكواكب نفسها ، أصغر مما هى عليه فى الواقع ، وهو فى ختام بحوثه عما يترتب على الانعطاف من الخطأ فى ادراك هذه الأمور يشير أيضا الى أن انعطاف الضوء النافذ خلال طبقة من بخار غليظ أو هواء غليظ ، قد يعرض وجودها فى الجو كثيرا أو قليلا ، يترتب عليه هو أيضا خطأ فى ادراك(١) العظم .

وهو يرى أن مثل هذه الأبخرة الغليظة كثيرا ما توجد عند الأفق دون أن تتصل الى وسط السماء ، ولذلك فان التفاوت فى العظم حالة كون الكوكب أو البعد بين الكوكبين عند الأفق أو قريبا منه ، وهذه الأبخرة موجودة ، وحالة كونه فى وسط السماء وهذه الأبخرة ليست موجودة ، يظهر واضحا للحس .

فاذا فرضنا وجود مثل هذه الأبخرة الغليظة بالقرب من الأفق ، فضوء الكواكب وهى بالقرب من الأفق لا يعانى الانعطاف الذى روعى من جسم السماء الألطف الى طبقة الهواء الأغلظ فحسب ، بل يعانى أيضا عند نفوذه خلال هذه الأبخرة الغليظة انعطافا من الهواء الألطف الى البخار الأغلظ ، ثم انعطافا آخر من البخار الأغلظ الى الهواء الألطف قبل وصوله الى البصر .

وابن الهيثم يرى أن الانعطاف فى مثل هذه الأبخرة الغليظة يؤدى الى خطأ فى ادراك العظم هو ادراكه أعظم من حقيقته .

---

(١) مصطفى نظيف (الحسن بن الهيثم ــ بحوثه وكشوفه البصرية)

وكما بين كمال الدين الفارسى الشارح الأكبر لبحوث ابن الهيثم ، فى تعليقه على هذا الأمر ، اذا فرضنا مثلا أن طبقة البخار الغليظ المتوهم ، محدودة بسطحين فى حكم المتوازيين ، فمن السهل بيان أن الانعطاف من الهواء الى البخار الغليظ ، ثم من البخار الغليظ الى الهواء مرة أخرى ، يؤدى الى ادراك المبصر أعظم مما هو عليه فى الواقع ، ولا يتطلب هذا البيان من المعانى والأصول شيئا جديدا لم تتضمنه بحوث ابن الهيثم السابقة .

واذا كان الأمر كذلك وقع التفاوت فى الاختلاف بين عظم المبصر ، وهو يرى على الأفق أو قريبا منه ، وهذه العلة موجودة ، وبين عظمه هو نفسه وهو يرى فى وسط السماء وهذه العلة قد زالت .

وابن الهيثم لم يتوسع فى شرح ما يحدث من التأثير اذا أبصر مبصر فى الهواء خلال طبقة مشعة أغلظ من الهواء (كلوح سميك من الزجاج) تحول بينه وبين البصر ، ولكنه ألم فى أقواله التى أوردها فى هذا الصدد بالفكرة الأساسية التى فحواها باصطلاحنا الحديث ، أن الصورة التى تحدث بالانعطاف الأول من الألطف الى الأغلظ تعد بمنزلة مبصر فى الأغلظ تحدث له صورة بانعطاف ثان من الأغلظ الى الألطف .

وهو فى بيان ما يريد يقول « وذلك أن الموضع من مقعر السماء الذى ينعطف منه صورة الكوكب الى البصر تحصل فيه صورة الكوكب وتمتد منه الصورة من ذلك الموضع الى البصر على خطوط مستقيمة اذا لم يكن فى الأفق بخار غليظ ، فاذا كان فى الأفق بخار غليظ امتدت هذه الصورة الى سطح البخار الغليظ الذى يلى السماء ، فتحصل صورة الكوكب فى سطح البخار الذى يلى السماء ، فيدرك البصر هذه الصورة كما يدرك المبصرات التى تكون فى البخار ، وهو أن تمتد هذه الصورة فى البخار الغليظ على خطوط مستقيمة ، ثم تنعطف عند البخار الذى يلى البصر ،

ويكون انعطافها الى خلاف جهة العمود القائم على سطح البخار الذى هو سطح مستو ، لأن الهواء الذى يلى البصر ألطف من البخار الغليظ ، فيلزم من ذلك أن ترى الصورة أعظم مما كانت ترى على استقامة ، وهذا المعنى قد تبين فى الشكل الأول من هـــذا الفصل وهو اذا كان الجسم الألطف يلى البصر ، وكان الجسم الأغلظ يلى المبصر ، وكان سطح الجسم الأغلظ مسطحا ، فتكون الصورة التى تحصل فى سطح البخار الذى يلى السماء هى المبصر والجسم الذى فيه هذه الصور هو البخار الغليظ ، والهواء الذى فيه البصر ألطف من البخار الغليظ » .

وابن الهيثم يعد وجـود مثل هـذه الطبقة الغليظـة عـلة « عارضة » يترتب عليها ادراك المبصر فى السماء وهو عند الأفق أو قريبا منه أعظم من حقيقته ، ويميز بينها وبين العلة الأخرى التى سبق بيانها فى أغلاط البصر ، وهى التى يتسبب عنها ادراك المبصر فى السماء وهو عند الأفق أو قريبا منه ، أعظم منه وهو فى وسط السماء ، ويسميها العلة « اللازمة الدائمة » اذ لا ارتباط لها بوجود مثل هذه الأبخرة الغليظة المتوهمة ، بل ولا ارتباط لها بالانعطاف البتة .

فان كانت الكواكب والأجرام السماوية تدرك وهى عند الأفق أو قريبا منه أعظم مما هى فى وسط السماء أو بالقرب منه بسبب العلة الدائمة التى سبق بيانها ، فانه « اذا عرض فى الآفاق بخار غليظ » وجدت علة أخرى هى هذه العلة العارضة ، وينجم عنها ادراك المبصر وهو عند الأفق أعظم من حقيقته ، فيترتب على اجتماع العلتين أن يزيد العظم زيادة تجعله أبين وآكد للبصر .

تلك هى نظرية ابن الهيثم وتتوقف صحتها على كون تلك الأبخرة الغليظة هى صنو للضباب أو السحب أو بلورات الصقيع الرشية .

وفى مخطوط المقالة السابقة من المناظر ، يدرس ابن الهيثم موضوعا آخر عن أثر الانعطاف فى أبعاد الكواكب ومقاديرها ، ويقول فى هذا الصدد :

« وهذا المعنى (أى الغلط فى ادراك العظم) يظهر فى الأبعاد التى فيما بين الكواكب ظهورا أكبر مما يظهر فى أعظام الكواكب أنفسها ، لأن مقدار الكواكب فى رأى العين مقدار صغير ، فالتفاوت فى اختلاف مقادير مقدار بعد ما بين الكوكبين ، بين كون الكوكبين فى الأفق وبين كونهما فى وسط السماء ، اختلاف متفاوت وظاهر للحس ظهورا بينا ، وخاصة الأبعاد المعترضة » .

لذلك تدور بحوثه حول بيان التفاوت التى يظهر فى البعد بين نقطتين (١) .

فاذا فرضنا أنهما كوكبان فى السماء كان القول منصبا على البعد بينهما ، وان فرضنا أنهما طرفا قطر من أقطار كوكب من الكواكب ، التى يدرك البصر لها عظما ، كالكواكب السيارة ، أو كالنيرين الشمس والقمر ، كان القول منصبا على عظم الكوكب فى اتجاه القطر .

ففى هذه البحوث يفرض ابن الهيثم خطا مبصرا محدودا بنقطتين ، ويتناول شرح كيفية ادراك البصر لهذا المبصر ، وهو فى ثلاثة أوضاع ، أولها عند ما يكون الخط المبصر عند السمت ، وثانيهما عند ما يكون الخط المبصر يوازى الأفق وعلى الأفق أو بالقرب منه ، وثالثها عند ما يكون الخط المبصر منتصبا فى السماء فى مستوى من المستويات المارة بالسمت .

* * *

---

(١) مصطفى نظيف .

ولابن الهيثم مؤلفات أخرى فى الفلكيات يبلغ عددها ٢٤ رسالة منها ما هو مفقود ومنها ما هو موزع فى مكتبات العالم ، ولقد درس الدكتور محمد رضا مدور مدير مرصد حاوان السابق ، والحائز على جائزة الدولة التقديرية عام ١٩٦٨ رسالته عن ارتفاع القطب الذى هو عبارة عن عرض المكان ، وهو موضوع له أهميته الكبيرة فى أعمال المساحة والملاحة البحرية ، فيقول :

« ان ارتفاع القطب على وجه التحقيق يتطلب استنباط طريقة للرصد والحساب خالية من الأخطاء بقدر المستطاع ، ولقد تم لابن الهيثم النجاح فى ايجاد هذه الطريقة » . وتتلخص الطريقة فى رصد الزمن الذى يستغرقه الكوكب للوصول من ارتفاع شرقي قريب من خط نصف النهار الى ارتفاع غربى متساو ، ومعرفة قيمة الارتفاع الشرقى أو الغربى وارتفاع الكوكب عند مروره بخط نصف النهار .

والأجهزة الفلكية التى استخدمها ابن الهيثم فى سبيل تحقيق هذه الأرصاد هى :

البنكام أو الساعة المائية لتعيين الزمن ، وآلة الاسطرلاب لرصد الارتفاع عند الأفق ، ولقد بين ابن الهيثم بوضوح كيفية أخذ الأرصاد المذكورة ، ثم هو يطبق القانون الخاص بعلاقة الارتفاعات المذكورة ، والزمن الذى يستغرقه الكوكب فى الحالة الأولى التى يمر فيها الكوكب بسمت الرأس أو عند عبوره قريبا منها ، وفى الحالة الثانية عند ما يكون عبوره على نقطة من خط نصف النهار تختلف عن سمت الرأس يؤيد ابن الهيثم بالبرهان الهندسى الدقيق كبقية الحصول على هذه العلاقات ، برهانا تبرز فيه ملامح عالم متمكن فى الرياضيات .

ويبين ابن الهيثم إن تأثير الانعطاف على أرصاد الكواكب عند قربها من سمت الرأس يكاد يكون معدوما ، وعليه فان الأخطاء

الناشئة من تعيين الارتفاع بواسطة الأجهزة المستعملة تخلو من هذا العامل ، كما تخلو أيضا من عامل زاوية اختلاف المنظر ، نظرا لأن بعد الكوكب عن الأرض بالنسبة الى نصف قطر الأرض كبير جدا .

وبناء على ذلك تمكن ابن الهيثم من تعيين ارتفاع القطب أو عرض المكان على وجه التحقيق ، وهذه الطريقة هى الأكثر استعمالا حتى وقتنا هذا ، وان كانت الأجهزة المستخدمة حاليا قد تنوعت وتطورت فاختلفت عن الأجهزة القديمة البدائية التى استخدمها ابن الهيثم بدقة فأوصلته الى أرصاد صحيحة خالية من الأخطاء .

وللدكتور مدور بحث آخر فى رسالة ابن الهيثم « هيئة العالم » نقلا عن مقال للأستاذ ڤيدمان وفيها يوضح كيف استطاع ابن الهيثم ابتكار تغييرات جديدة على النظام البطليموسى فى الفلك، وان كان لم يمس الفكرة الأساسية لهذا النظام وهو وجود الأرض فى مركز العالم ، بينما تدور الشمس والكواكب حولها ، كل فى فلك يسبحون !

وفيما مضى كان القدماء يعتبرون أن الشمس والقمر والكواكب الخمسة كعطارد والزهرة والمريخ والمشترى وزحل ، كانها ثابتة على كرات مجسمة تدور من حول الأرض ، وتتولد من دورانها موسيقى سماوية ، ثم أدخل بطليموس النظام الكونى المعروف باسمه ، وهو يقضى بأن يتحرك كل كوكب من الكواكب المعروفة على دائرة صغيرة يتحرك مركزها على دائرة كبيرة يتفق مركزها مع مركز العالم ، فحركة الشمس مثلا انما هى محصلة لحركات دائرية ، وكأنها عرى متداخلة ، انها عجل يدور فوق عجل كدود على عود دائرى .

وافترض بطليموس أن لكل كوكب مدارا دائريا يقال له « فلك الكوكب الدائر » ولم يكن الكوكب يتحرك فى هذا الفلك ، بل على

محيط دائره أصغر يقال لها « فلك التدوير » مركزها يتحرك على الفلك الدائر ، وبذلك تتركب حركة الكوكب الفعلية من حركتين دائريتين منتظمتين . حركة الفلك الدائر ، وحركة الكوكب بالنسبة له ، وتصور بطليموس كل فلك دائر محمولا على سطح كرة بلورية تامة الشفافية ، وأن كل هذه الكرات تدور مرة فى اليوم ، حول محور مار بقطبى السماء ، أما النجوم الثوابت فكانت معلقة فى كرة بلورية خارجية ، تدور مثل الكرات الأخرى .

استحدث ابن الهيثم نسقا جديدا على هذا النظام فجسم الأفلاك ، وجعل كل كوكب يدور على كرة فلكية يبعد مركزها عن مركز العالم بمقدار بسيط ، بحيث يتفق التقويم تقريبا مع الأرصاد ، ثم يشرح فى الجزء الثانى هيئة العالم والحركة بصفة عامة .

والعالم فى نظره يتألف من أجسام خفيفة وأجسام ثقيلة وأجسام ليست ثقيلة وأجسام ليست خفيفة أو ثقيلة ، فالأرض من الأجسام الثقيلة ، ويحيط بها الماء على شكل غلاف كروى ، أما الأجسام الخفيفة فهى الهواء والنار وحركتها فوقانية ، والأجسام التى ليست خفيفة أو ثقيلة هى الأجسام السماوية الوهمية التى تؤلف فى مجموعها كرة سماوية وعليها النجوم بصورها .

وهذه الكرة تدور دورة سريعة من الشرق نحو الغرب فى يوم وليلة ، والسطح الخارجى لكرة السماء هو الحد النهائى للعالم ، حيث أن الفضاء بعده ليس بخلاء ولا ملاء ، وعليه يكون العالم محدودا ولكن لا نهاية له ، ثم هو يبين أن الأجسام الطبيعية تؤدى حركة واحدة فقط ، وأن هذه الحركة منتظمة لا عجلة لها ، وأن الأجسام السماوية لا تقع تحت أى تأثير آخر .

هذا نسق استحدثه ابن الهيثم لكى يبسط سير الكواكب فتنتظم جميعا على منوال واحد ، وسار هذا النسق حتى القرن

السادس عشر حتى قلبه كوبرنيق فجعل الشمس فى مركز العالم والأرض والكواكب الأخرى تدور من حولها فى مدارات اهليليجية طبقا لارهاصات عالم سمرقند الكبير جمشيد غياث الدين الكاشى فى القرن الخامس عشر .

لقد جعل ابن الهيثم الحد النهائى للعالم كرة السماء كما كان الاعتقاد سائدا وقتئذ ، غير أن الآراء الحديثة المبنية على الأرصاد الفلكية بواسطة المناظير الكبيرة ، توضح أن ما وراء كرة السماء هذه فضاء يكاد يكون فارغا ، غير أنه على أبعاد شاسعة يقطعها الضوء فى آلاف أو مئات الألوف من السنين حتى ملايين السنين الضوئية .

ان الفلكيين فى الوقت الحاضر يجدون هنا وهناك أجساما عظيمة جدا يبلغ اتساعها عشرات أو مئات السنين الضوئية ، وهذه الأجسام ليست بالنجوم ، وانما هى مجموعة من النجوم الصغيرة تظهر على شكل سحاب أو سديم ، ولها أشكال منتظمة حلزونية فى الغالب ، ومن الغريب أن هذه الأجسام تبتعد عنا بسرعة عظيمة تتناسب كبرا مع البعد وتبلغ سرعتها عند بعد مخصوص نحو ٥٠٠ كيلومتر فى الثانية الواحدة .

والنجم قنطورس هو أقرب النجوم الى ما وراء المجموعة الشمسية لنا ، اذ يبعد عنا بمسافة لا تزيد على خمس سنوات ضوئية فقط ، وهو يوجد فى النصف الجنوبى من القبة السماوية وتتعذر رؤيته شمال نحو خط عرض ٣٠ درجة شمالا ، ولهذا لم يرصده العرب فى مراصدهم بقرطبة وبغداد ودمشق وقاهرة المعز ، وكذلك لم يعرفه الاغريق بطبيعة الحال .

تلك الكشوفات العظيمة التى حدثت فى القرن الحالى ، كانت بعيدة عن نطاق العام العربى فى عصر ابن الهيثم ، الذى لو كان يعيش بيننا اليوم لكان أسبق العلماء الى هذه الكشوف لو أعطيت له امكانيات هذا العصر نظرا لما كان يمتاز به من عبقرية وميضة .

***

بحث فلكى آخر قام به ابن الهيثم اذ لم يكن معروفا فى أيامه على وجه التحقيق كيفية اشراق الضوء من القمر ، فأصحاب التعاليم أى علماء الرياضة والفلك ، كانوا يقولون : ان ضوء القمر هو ضوء الشمس منعكسا عن سطحه كما ينعكس الضوء عن سطوح الأجسام الصقيلة كالمرايا مثلا ، فأراد أن يختبر صحة هذا القول :

أجرى بحثا هندسيا ، متسلسل الخطوات ، مستوفى البراهين ، قدر به الجزء من مساحة سطح القمر ، الذى ينعكس عنه الى نقطة من سطح الأرض الضوء الواقع من الشمس على سطح القمر كله ، وذلك على فرض أن سطح القمر كرى محدب ، فوجد أن ذلك الجزء هو مساحة صغيرة من سطح القمر لا يتجاوز طولها القوس التى توتر عند مركز القمر زاوية قدرها ٣٤ دقيقة ، ولا يتجاوز عرضها القوس التى توتر عند مركز القمر زاوية قدرها ١٧ دقيقة ، وأثبت أن هذا الجزء الصغير يقع من سطح القمر على الجزء المقابل للنقطة المفروضة على سطح الأرض وحوالى الجزء الأوسط منه ، وبما أن هذه النتيجة التى أثبتها بالبرهان الهندسى لا تتفق والواقع المشاهد من الأمر ، فليس يكون الضوء المشرق من القمر هو ، كما يقول أصحاب التعاليم ، ضوء الشمس منعكسا كما ينعكس عن سطوح الأجسام الصقيلة ، وقد راعى فى هذا البحث تأثير الانعطاف أيضا .

على هذه الصفة أبطل تلك النظرية ، وأقام على أنقاضها نظرية فى ضوء القمر ، هى أن ضوء القمر هو ضوء ثانوى أو عرضى يشرق من سطح القمر المستضىء بالضوء الذاتى المشرق من الشمس ، كما يشرق الضوء من جسم كثيف معتاد ، اذا وضع بالقرب من جسم مضىء بذاته ، وليس هو ضوء منعكس بالمعنى الخاص بالانعكاس .

وثمة موضوع آخر يناقشه ابن الهيثم فى مخطوطه (١) « مقالة

---

(١) هذا المخطوط موجود فى بلدية الأسكندرية .

فى مائية الأثر الذى على وجه القمر » مناقشة يجمع فيها بين المشاهدة وبين المنطق الارسطاليسى ، فيقول : « قد اختلف أهل النظر فى مائية الأثر الذى يظهر على وجه القمر ، وهـذا الأثر اذا تؤمل واعتبر ، وجد دائما على صفة واحدة لا يتغير ، لا فى شكله ولا فى وضعه ، ولا فى مقداره ، ولا فى كيفية سواده ، وقد تصرفت ظنون الناس فيه ، وتشتت آراؤهم ، فرأى قوم أنه فى نفس جرم القمر :

ورأى قوم أنه خارج عن جرم القمر ومتوسط بين جرم القمر وبين أبصار الناظرين اليه : ورأى قوم أنه صورة تظهر بالانعكاس لأن سطح القمر صقيل ، فاذا نظر اليه الناظر انعكس شعاع بصره عن سطح القمر الى الأرض كما ينعكس من سطوح المرايا ، فتظهر له صورة الأرض أو بعضها .

وقال قوم أنه صورة البحار التى فى الأرض ترى بالانعكاس :

وقال قوم أنه صورة الجبال التى فى الأرض :

وقال قوم أنه صورة قطعة من الأرض التى يقع عليها الشعاع المنعكس » .

يناقش ابن الهيثم هذه الآراء مناقشة موضوعية ، ويفند أسانيدها خطوة خطوة حتى يثبت بطلانها ، فيوصله منطقه الى الرأى الأخير الذى اقتنع به ، فيقول بلفظه : « وقد تبين فى جميع ما بيناه فساد الآراء التى قدمنا ذكرها ، وقد تبين أن الأثر هو فى نفس جرم القمـــر ، اذ قد تبين أنه ليس هو لمعنى خارج عن جرمه ، ولا صورة تظهر بالانعكاس .

فقد بقى أن نبين مائية هذا الأثر :

فنقول أن جوهر القمر مخالف لجوهر جميع الكواكب الباقية، والدليل على ذلك أن جميع الكواكب مضيئة من ذواتها ، لا من اشراق الشمس عليها » .

ثم يبحث عن العلة التى من أجلها كانت القوة القابلة التى فى موضع الأثر أضعف من القوة القابلة التى فى بقية جرم القمر ، وهذه العلة انما هى كيفية الجزء من جرم القمر المتأثر بالأثر .

ويعزو ذلك الى الكثافة واللون ، وينتهى الى الحكم التالى ، وهو بلفظه : « فالأثر الذى يظهر فى وجه القمر هو لون القمر الذى يخصه ممتزجا بالضوء الذى يحصل فيه ، وانما ظهر فى هذا الموضع دون بقية سطح القمر لأن الضوء الذى فى هذا الموضع أضعف من الضوء الذى فى بقية سطح القمر ، وضعف الضوء الذى فى هذا الموضع انما هو لضعف القوة القابلة للضوء التى فى هذا الموضع ، وضعف القوة القابلة التى فى هذا الموضع انما هو لزيادة كثافة هذا الموضع على كثافة بقية ما يظهر من سطح القمر ، وذلك ما قصدنا تبيينه فى هذه المقالة » .

* * *

أنا لوطيقى فى الرياضيات

لأبى القاسم مسلمة بن أحمد المجريطى عالم الأندلس الكبير والمتوفى عـام ٣٩٥ هجرية مخطوط بدار الكتب المصرية عنـوانه « رسائل اخوان الصفاء وخلان الوفاء » : يقول فيه : « والعـلوم الفلسـفية أربعة اجناس : الرياضـيات والطبيعيات والمنطقيات والالهيات ، فالرياضيات أربعة أنواع : الارثماطيقى وهو معرفة ماهية العدد وكيفية أنواعه ، وخواص تلك الأنواع وكيفية نشوءها من الواحد قبل الاثنين ، وما يعرض فيها من المعانى اذا أضيف بعضها الى بعض » .

« والثانى الهندسة والجومطريا ، وهو معرفة ماهية المقادير ذوى الأبعاد ، وكمية أنواعها وخواص تلك الأنواع ، وما يعرض فيها من المعانى اذا أضيف بعضها الى بعض ، وكيفية مبدأها من النقطة التى هى رأس الخط ، وهى فى صناعة الهندسة كالواحد فى صناعة العدد » .

« والثالث الاسـطرنوميا وهى النجوم ، وهو معرفة كمية الأفلاك والكواكب والبروج وكمية أبعادها ، ومقادير أجزائها ، وكيفية تركيبها وسرعة حركاتها ، وكمية دورانها ، وماهية طبائعها، وكيفية دلالاتها على الكائنات قبل كونها .

« والرابع الموسيقى الذى هو علم التأليف وهو معرفة ماهية النسبة ، وكيفية تأليف الأشـياء المختلفة ، والجواهر المتباينة الصور ، المتضادة القوى المتنافرة الطباع ، وكيف تجمع وتؤلف ،

ويتحد بعضها ببعض وتصير شيئا واحدا ، وتفعل فعلا واحدا أو عدة أفعال » .

ثم ينتقل بعد ذلك فى تقسيم العلوم المنطقيات مما لا مجال له هنا .

هذا هو مفهوم العلوم الفلسفية فى الغرب الاسلامى ، أما فى الشرق الاسلامى فهم يسيرون على هذا النهج ، ولكنهم يسبقون الهندسة والحساب على المنطق ، وبهذا يقول علم سمرقند « قاضى زاده رومى » فى مخطوطه . اشكال التأسيس .

« على أنها (الهندسيات) أى مع أن تلك الأشكال رايضة لقوى العقل ، فانها تروضها رياضة تعتاد بها اليقينيات ، ولا تقنع بالظن فى البرهانيات ، ولهذا كانوا يقدمون فى تعاليمهم على سائر العلوم حتى المنطق ، بشىء فى الهندسة والحساب تقويما لأفكار المتعلمين ، وتأنيسا لطلبات بعضهم بالبراهين »

* * *

سبق أن قلنا أن العرب فى يقظتهم الأولى تلقوا الفلسفة الاغريقية من رافدين : أحدهما مذهب المشائية أى مذهب أرسطو وقد تسرب الى الشرق مع الاسكندر الأفروديسى وثامسطيوس ، والثانى مذهب الأفلاطونية المحدثة عن طريق الاسكندرانيين أصحاب النزعة الرياضية أمثال اقليدس وبطليموس وارشميدس وايرون .

وآثر فلاسفة العرب بعد عصر الترجمة النزعة المشائية ، تلك التى تتسم أولا وقبل كل شىء بالاتجاه الطبيعى ، ثم اتخاذ المنطق الارسطى أداة للتفكير ، ومنهجا للنظر فى الموجودات حسية كانت أم عقلية .

وتشابك المذهبان حينا ، وتعايشا أحيانا ، وقدر للنزعة الطبيعية المشائية الغلبة ، فطبعت الفلسفة الاسلامية عند معلمها

الثانى . وشيخها الرئيس ابن سينا بطابع واضح ، واتخذ ابن الهيثم لنفسه منهجا بين النزعتين ، فكان مشائيا فى المرحلة الأولى من حياته عندما كان بالعراق وســوزيا مع بصمات واضحة للمذهب الرياضى ، وكان اسـكندرانيا فى المرحلة الثانية من حياته حينما استقر بالقاهرة وجعلها مقاما مع بصمات مترسبة من المذهب الارسططاليسى ، ذلك لأن المناخ الفكرى فى القاهرة كان غذاؤه من تلك العناصر ، ومن ثم اتجه الى الماصدق أى المنطق الرياضى الحديث .

لقــد آمن ابن الهيثم بأن الانالوطيقــا الأولى أى التحليل ، والانالوطيقا الثانية أى التركيب هما الغاية التى ينتهى اليها كل باحث ، والانالوطيقا الأولى هى القياس فى نظره ، أما الانالوطيقا الثانية فهى البرهان .

لنستمع اليه فى مخطوطه (١) « مقاله فى التحليل والتركيب » بلفظه :

« كل علم ، وكل تعلم ، فله غاية هى ذروته التى يسعى اليها المجتهدون ، وعلوم التعاليم مبنية على البراهين ، وغاياتها هى استخراج المجهولات من جزئياتها ، ووجود البراهين التى تدل على خصائصها ومعانيها .

والدورة التى تسمو اليها فى هذه العلوم ، والمجتهدين فى طلبها ، الظفر بالبراهين التى تستنبط بها مجهولاتها ، والبرهان الدال بالضرورة على صحة نتيجته ، وهذا القياس هو مركب من مقدمات تعرف فيها ، ومن نظام وترتيب لهذه المقدمات ، وطريق هــذه المقاييس هو تصيد مقدماتها ، وتمحل الحيل فى ثقة اليها .

---

(١) هذا المخطوط موجود بدار الكتب ٣٢٣ رياضيات تيمور .

والصناعة التى بها تصيد هذه المقدمات ، وبها يتوصل الى الترتيب المؤدى الى المطلوب من نتائجها يسمى صناعة التحليل ، وجميع ما خرج الى الوجود من علوم التعاليم انما خرج بهذه الصناعة » .

والقياس فى نظر ابن الهيثم هو قول مؤلف من أقوال اذا سلمت لزم عنها لذاتها شيء آخر ، فهو يعتمد على علاقة الاشتمال، ويطبقه فى الطبيعيات وأهمها الضوء والفلك ، كما يطبقه فى الرياضيات كالأرثماطيقى والهندسة والموسيقى .

فعن طريق القياس يمكن استخراج المجهول من جزئيات الظواهر الفيزيقية التى تقع للحس ، أو من المعطيات الرياضية والحسابية ، فالعلوم والحالة هذه ليست الا من نتاج العقل البشرى ، فهى غير كامنة كمون الشرر فى الحجر ، بل تخرج الى الوجود بالتحليل وهو القياس ثم التركيب وهو البرهان ، طبقا لمفاهيم عصر ، وقد يصيبها التبديل والتغيير خصوصا فى الطبيعيات والفلك فتغلف بغلالات جديدة من مفاهيم عصر آخر .

ومنهج ابن الهيثم فى التحليل قريب الشبه بمذهب ديكارت الذى ذكره فى « مقال فى المنهج » حيث يوصى فى القاعدة الثانية بأن « أقسم كل واحدة من المعضلات التى سأختبرها الى أجزاء بقدر ما فى الوسع ، وبقدر ما تدعو الحاجة الى حلها على خير الوجوه » والتحليل هنا مثالى ، شبيه بتحليل العالم الرياضى الذى يحلل النظرية الى عناصرها ، والعلم الفيزيقى الذى يحلل الظواهر الضوئية ، وهو من المعطيات الحسية ، الى حركات وأحداث .

والتحليل فى الهندسيات أو الارثماطيقى يوصل الى نتائج حاسمة لا اختلاف فيها ، أما التحليل فى الطبيعيات فقد يوصل الى

نتائج سيالة حسب تعبير ابن الهيثم أى الى نظريتين أو أكثر لكل منها شيعة تناصرها .

وقد يحدث أن تعيش نظريتان متناقضتان جنبا الى جنب ، وينقسم معها العلماء الى شيعتين ، لكل فريق مقاييس واستدلالات وطرق ، تجعله يتشبث بنظريته ، مثل النظرية الجسيمية فى الضوء لاسحاق نيوتن والنظرية الموجية « لهيجنز »

والتحليل الذى يعتمد على الأمور الحسية ، كثيرا ما يخطىء ، وابن الهيثم يعلم هذا ، بل يقرر أن العقل يخطىء أيضا ، يخطىء فى القياس ويخطىء فى البرهان ، فأقواله فى كيفية ادراك المبصرات، وعلل أغلاط البصر ، تشف عن رأيه أن فى الاستطاعة معرفة علل الأخطاء أو الأغلاط ، وفى الاستطاعة اجتنابها ، اذن فى الاستطاعة ادراك الشيء ادراكا « محققا على غاية التحقيق » وليس هذا المحقق على غاية التحقيق مطلقا ، بل هو « بالاضافة الى الحس » . تلك عبارته بلفظه فى مخطوطه المناظر .

* * *

ومنهج ابن الهيثم الاناليطيقى فى البحث العلمى هو نفس المنهج الذى يتبعه فى العلوم التعليمية ، ولنا عودة فى توضيح المذهب الأول، أما فى الأمور التعليمية فقوله صريح فى مخطوطه « التحليل والتركيب » حيث يقول بلفظه :

« ونحن نشرح فى هذه المقالة كيفية صناعة التحليل المؤدى الى استخراج المجهولات من العلوم التعليمية ، وكيفية تصيد المقدمات التى هى مواد البراهين الدالة على صحة مايستخرج من مجهولاتها .

وطريق التوصل الى ترتيب هذه المقدمات وهيئة تأليفها ، وتبين أيضا كيفية هذه المقدمات ، وعكس ترتيبها الذى هو القياس البرهانى ، وهو الذى يسمى التركيب ، وانما سمى تركيبا لأن تركب المقدمات المستنبطة بالتحليل تركيب قياس .

ونقسم مع ذلك هذه الصناعة الى أقسامها ، ونذكر قواعدها وقوانينها ، والوصول الى جزئياتها ، ونبين على جميع ما تفتقر اليه هذه الصناعة من الأمور المستعملة فيها ، وهذا حين نبتدىء القول فيها .

فنقول ان كيفية التحليل هو أن نفرض المطلوب على غاية التمام والكمال ، ثم ننظر فى خواص موضوعه اللازمة لذلك الموضوع ولجنسه ، وفيما يلزم من لوازمه ، ثم فيما يلزم تلك اللوازم الى أن نتبين الى شىء معطى فى ذلك المطلوب وغير ممتنع فيه ، فهذا هو كيفية التحليل بالجملة ، واذا انتهى هذا النظر الى المعنى الى الشىء المعطى قطع النظر فى ذلك المطلوب ، ووقف الناظر عنده ، والمعطى هو المعنى الذى لا يمكن دفعه ولا يمتنع منه مانع » .

ثم ينتقل ابن الهيثم الى تفسير خطوات التركيب قائلا :

« أما كيفية التركيب فهو أن نعرض الشىء المعطى الذى انتهى اليه التحليل ، وعنده وقف الناظر ، ثم تضاف اليه الخاصة التى وجدت قبل تلك الخاصة ، ويسلك فى الترتيب عكس الترتيب الذى سلك فى التحليل ، فانه اذا التمست هذه الطريق انتهى الترتيب الى المعنى المطلوب ، لأنه كان أول موضوع فى التحليل .

فعند عكس الترتيب يصير لأوله ولآخره ، واذا انتهى الترتيب المعكوس الى المطلوب الأول المفروض ، صار هذا الترتيب قياسا برهانيا ، وصار المطلوب الأول المفروض نتيجة له ، ويصير المطلوب موجودا ، ومع ذلك فصحته متبينة ، لأنها نتيجة قياس برهانى ، دال بالضرورة على صحة نتيجته .

وصناعة التحليل تحتاج الى تقدم العلم بأصول التعاليم والارتياض بها ، ليكون المحلل ذاكر الأصول عند التحليل ، ويحتاج مع ذلك أيضا الى حدس صناعى ، وكل صناعة فليس يتم لصانعها الا بحدس على الطريق الذى يؤدى الى المطلوب ، والحدس انما

يحتاج اليه فى صناعة التحليل اذا لم يجد المحلل فى موضوع المسألة خواصا معطاة ، ومتى ركبت أنتجت المطلوب .

فعند هذه الحالة يحتاج المحلل الى الحدس ، والذى يحتاج الى الحدس عليه هو زيادة يزيدها فى الموضوع ليحدث بزيادتها خواص للموضوع مع الزيادة تؤدى الى الخواص المعطاة التى متى ركبت انتجت المطلوب » .

هذا المنهج هو قريب الشبه بمنهج « ديكارت » الذى يعتمد فى المعرفة بوجه عام على الحدس والاستنباط ، فالحدس هو الادراك الذهنى المباشر لحقيقة مستكفية بذاتها ، وتفرض ذاتها اطلاقا ، أما الاستنباط فهو : الحركة المتصلة غير المنقطعة ، حركة فكر يدرك كل شيء ببداهة ، التى لم تعد هى البداهة الحسية ، بداهة ما يسمى بالأمر الواقع المحسوس ، وانما هو البـــداهة العقلية ، تلك التى تضيء الذهن أمام القضايا الرياضية .

والحدس الفعلى يجعل المحلل يدرك أفكارا واضحة ، أى أفكارا تفرض نفسها على كل ذهن واع متنبه ، ويجعله يدرك أفكارا متميزة ، أى أفكارا بلغت من الجلاء والدقة والوضوح بحيث أن أحـــدا لا يستطيع أن يخلط احداها بالأخرى .

* * *

يعزز ابن الهيثم مذهبه فى التحليل بأمثلة كثيرة ، ثم يقسمها بحسب موضوعاتها فى الأمور التعليمية كما يقول :

« ونحن فى مستأنف القول نورد أمثلة لجميع ما ذكرناه ، ننتج بها جميع المعانى التى حددناها ، وتظهر كيفياتها أو ينكشف ما غمض عنها ، وتتحقق مع ذلك صحة ما حددناه وبيناه ، ونتيقن من بعد أن نفصل هذه الصناعة ونرتبها ونستوعب ساير أنواعها ، وأقسام هذه الصناعة تنقسم بحسب موضوعاتها ، لأن الطريق

فى تحليل كل نوع من أنواع موضوعاتها غير الطريق فى تحليل باقى أنواعها .

وموضوعات هذه الصناعة فى المجهولات من جزئيات العلوم التعليمية ، تنقسم الى أقسام جميع جزئيات هذه العلوم ، وجزئيات هذه العلوم تنقسم أولا الى قسمين هما العلم والعمل .

ثم يستمر ابن الهيثم فى سرد المعانى العلمية والمعانى العملية ، وهى المعانى الجزئية لكل فرع من فروع الرياضيات فيقول :

(فأما المعانى العلمية فى علم الهندسة فهى مثل قولنا كل ضلعين من مثلث فهما أعظم من الضلع الباقى ، ومثل قولنا كل مثلث فزواياه الثلاث مجموعة متساويات لزاويتين قائمتين ، ومثل قولنا الأضلاع المتقابلة من السطوح المتوازية الأضلاع مساو بعضها لبعض) .

عند ديكارت هذه المعانى العلمية هى التى يدخلها ضمن مفهوم الحدس ، ويعرفه بأنه الادراك الذهنى المباشر لحقيقة ستكفيه بذاتها ، وتفرض ذاتها اطلاقا .

وأما المعانى العملية فى الهندسة ، فهى عند ابن الهيثم مثل قولنا نريد أن نعمل مثلثا متساوى الأضلاع على خط مستقيم معلوم ، ومثل قولنا نريد أن نعمل على خط مفروض زاوية متساوية لزاوية مفروضة ، ومثل قولنا نريد أن نعمل مربعا مساويا لشكل مفروض .

وهو يرى أن كثيرا من القضايا تتفرع الى عدة حلول ، فعلى ذلك فالنتيجة سيالة ، فيقول :

« ومثل قولنا فى جزئيات الهندسة نريد أن نعمل دائرة تماس دائرتين معلومتين مفروضتين ، فان هذا المعنى يكون أن نعمل بعدة وجوه ، وذلك أنه يمكن أن تكون الدائرة المعمولة تماس الدائرتين

متحدبها بحدبتى الدائرتين ، ويمكن أن تماس احدى الدائرتين متحدبها ، وتماس الأخرى بتقعيرها لتحديب الأخرى ، ويمكن أن تماس كل واحدة من الدائرتين بتقعيرها لمحدبى الدائرتين ، فيكون عمل هذه الدائرة بثلاثة أجوبة .

ومثل قولنا نريد أن نخرج من نقطة مفروضة خطا مستقيما يماس دائرة مفروضة ، وهذا العمل يقع له وجهين ، لأنه اذا وصل بين تلك النقطة وبين مركز الدائرة بخط مستقيم يمكن أن يخرج من تلك النقطة خطان من جنبتى ذلك الخط كل واحد منهما يماس الدائرة » .

ويقول ابن الهيثم عن علم الهيئة انه غير ممكن ايجاد أجزاء عملية الا فى البراهين التى ترجع الى العدد والهندسة ، لأنه قد توجد فى حركات الكواكب ما يمكن أن يكون على وجهين مثل حركة الشمس التى يمكن أن تكون بفلكين أحدهما مركزه مركز العالم والآخر فلك تدويره مركزه على محيط هذا الفلك ، ويمكن أن تكون حركة الشمس بفلك واحد مركزه خارج عن مركز العالم الا أن هذا المعنى ليس عمليا لأنه ليس هو فى نفسه الا على أحد هذين الوجهين ، ولا يجوز أن يكون على الوجه الآخر .

وبخلاف ذلك فان جزئيات علم الموسيقى قد تقع فيها أجزاء عملية سيالة ، الا أن أعمالها ترجع الى علم العدد ، ويقول بلفظه :

« مثل قولنا نريد أن نقسم الاتفاق الذى بالكل الى الاتفاقين اللذين بالخمسة وبالأربعة الذى نسبة هذا الاتفاق يقع فى موضعين وذلك أنه يمكن أن نجعل الاتفاق الذى بالأربعة يتقدم بالاتفاق الذى بالخمسة ، ويمكن أن الاتفاق الذى بالخمسة يتقدم الاتفاق الذى بالأربعة .

ومثل قولنا نريد أن نقسم الاتفاق الذى بالأربعة الى ثلاثة اتفاقات ، وهذا الاتفاق الذى بالأربع ينقسم الى طنينين » .

فالنتيجة أن البعد الذى بالأربعة عبارة عن طنينين وفضلة ، أى : لا — سى (طنينى) + سى — دو (فضلة) + دو — رى (طنينى)

والذى بالخمسة عبارة عن ثلاثة طنينـــات وفضلة ، أى رى — مى (طنينى) + مى — فا (فضلة) + فا — صول (طنينى) + صول — لا (طنينى) .

* * *

لن نخوض فى التعريفات والتقسيمات الى أبعد من ذلك ، وسنقتضب القول على أمثلة فى التحليل والتركيب فى القسم العلمى من المسائل الهندسية ، وسنختار مثالا واحدا يذكره ابن الهيثم ، فيقول :

« كل ضلعين من مثلث فهما أعظم من الضلع الباقى » .

هذا المثال من النوع الذى يدرسه طلبتنا بالمدارس الثانوية باعتباره نظرية هندسية ، وتطبيق ابن الهيثم فكرتى التحليل والتركيب عليه ، فيه أبعاد تستوعب العمق فى المنحى الفكرى ، بل تطبيقه فى قضايا أخرى فى الطبيعيات وفى علم الضوء قد أبرز نقاطا على جانب عظيم من الأهمية سنذكرها فى أبواب تالية .

يقول ابن الهيثم بلفظه :

« فتحليل هذا الشكل هو أن نفرض الدعوى على ما أوحى فيها ، فيكون ضلعا ا ب ، ا حـ مجموعين أعظم من ب حـ » .

لنقف هنـــا قليلا ولننظر فى القـــاعدة الثالثة التى يذكرها « ديكارت » فى المنهج حيث يوصى بأن « نفترض مؤقتا ، ترتيبا بين الأفكار التى لا يسبق بعضها بعضا بالطبع » وبأن « نقود أفكارنا بترتيب مبتدئين من أبسط المعطيات وأيسرها معرفة » .

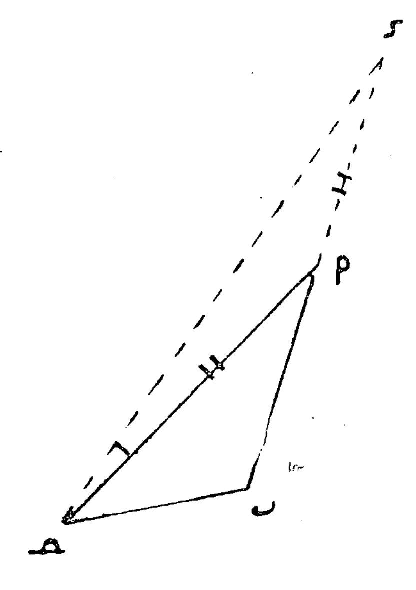
هذا المنهج هو نفس منهج ابن الهيثم ولكن بتخريج آخر ، مثل التخريج الذى يراه الفيلسوف المعـــاصر « برتراند رسل » فى

منهجه الرياضى حين يعرف المادة فيقول عنها بأنها علة للمعطيات الحسية ، وبأنها موضوع فيزيقى لابد من افتراض وجوده لنفسر به تلك الثغرات التى لا تستطيع تجربتنا الحسية أن تقدم عنها جوابا ».

فابن الهيثم يفترض وجود المثلث حسب الشكل التالى وذلك فى مثاله الهندسى الذى يخضعه للتحليل والتركيب ، وبرتراند رسل يفترض وجود المادة كموضوع فيزيقى لكى يخضعه للتحليل والتركيب فى كتابه « مشكلات الفلسفة » : موضوعان مختلفان ، ولكن النبع الفكرى واحد فى الحالتين .

وابن الهيثم فى الضوء يفترض أن له وجودا فى ذاته لكى يخضعه للتحليل والتركيب فى اعتباراته التى سوف نوضحها فى أبواب تالية :

ولنرجع ثانية الى مخطوط ابن الهيثم فى «التحليل والتركيب» حيث يقول بلفظه :



« فتحليل هذا الشكل هو أن نفرض الدعوى على ما أوحى فيها فيكون ضلعا ا ب ، ا ح مجموعين أعظم من ب ح .

فننظر فى خواص المثلث ليظهر فيها خاصة تؤدى الى ذلك ، واذا نظر فى خواص المثلث وهو على ما هو عليه لم يوجد فيه خاصة تؤدى الى صحة هذه الدعوى ، فينبغى أن يحدس المحلل على زيادة يزيدها فى هذا الشكل ، ليحدث بها خاصة أو خواص ليست موجودة فى هذا المثلث ، وهو على ما هو عليه واجد الزيادات التى تحتمل أن تزاد لتحدث خاصة زايدة .

هو أن نجعل الضلعين خطا واحدا فنخرج ب ا على استقامته ، ونفصل منه مثل ا حـ وليكن ا ء فيكون ب ء أعظم من ب حـ .

نصل حـ ء فيصير ب ء حـ مثلثا ، ويكون ضلع ء ب منه أعظم من ضلع ب حـ فقد تبين فى الشكل الثامن عشر من المقالة الأولى من كتاب أوقليدس أن الضلع الأعظم من كل مثلث يوتر الزاوية العظمى ، فتكون زاوية ب حـ ء أعظم من زاوية ب ء حـ .

ولكن زاوية ب ء حـ هى مثل زاوية ا حـ ء لأن ا ء = ا حـ .

فتكون زاوية ب حـ ء أعظم من زاوية ا حـ ء .

ولكن الأمر كذلك ، فقد انتهى التحليل الى معنى هو معطى لا شك فيه ، وهو أن زاوية ب حـ ء أعظم من زاوية ا حـ ء .

وتركيب هذه المسألة يكون كما نصف .

نخرج ب ا على استقامته كما فعل فى التحليل ، ونفصل ا ء مثل ا حـ .

ونصل ء حـ فيكون زاوية ب حـ ء أعظم من زاوية ا حـ ء .

وهذه المقدمة هى التى وصل اليها التحليل ، وهى التى تجعل ا ء أوله فى البرهان ، وزاوية ا حـ ء مساوية لزاوية ا ء حـ .

لأن ا حـ مثل ا ء .

وبهذه المقدمة هى التى تبينت قبل المقدمة الأخيرة .

فتكون زاوية ب حـ ء أعظم من زاوية ب ء حـ .

فيكون ضلع ب ء أعظم من ضلع ب حـ .

كما تبين فى الشكل التاسع عشر من المقالة الأولى من كتاب أوقليدس .

وضلع ب ء هو مثل ضلعى اب + ا حـ .

وعليه فضلعا ب ا + ا حـ أعظم من ضلع ب حـ ، وذلك ما أردنا أن نبين » .

* * *

يتناول ابن الهيثم فى مخطوطه جميع المعلومات المتوارثة فى علم الهندسة ، والعدد والهيئة والموسيقى من معان جزئية علمية وعملية ، وتقسيم المعانى العلمية الى محدود وغير محدود ، ثم تقسيم الأخير الى قسمين سيال وغير سيال .. الخ .

والشيء الجديد الذى أضافه هو الأشياء المعلومة الوضع ذات الحركة ، وعنصر الحركة مفهوم جديد فى الفكر الاسلامى كان يفتقر اليه الفكر اليونانى الذى يمتاز بالسكونات ، فهندسة اوقليدس ساكنة ، وعلم المناظر عند اوقليدس ساكن يعبر عن الضوء تعبيرا تجريديا بخطوط مستقيمة .

وقبل ابن الهيثم ظهرت بادرة الحركة فى الهندسيات عند « ويجن رستم القوهى » عند برهانه على حجم المجسم المكافىء ، بادرة ظهرت فى الحجوم والمساحات وفى مراكز الاثقال ، تعتبر ارهاصا لعلم التفاضل والتكامل فى النهايات .

يقول ابن الهيثم فى مخطوطه « التحليل والتركيب » وهو صادق أمين فيما يقول :

« فهذا الذى ذكرناه هو جميع أقسام المعلومات ، وجميعها يستعمل فى صناعة التحليل ، وجميع المعلومات الذى ذكرها اوقليدس فى كتابه المسمى المعلومات هى داخلة فى جملة هذه الأقسام التى ذكرناها ، وفيما ذكره شيء لم يذكره اوقليدس ، وهى الأشياء المعلومة الوضع المتحركة » .

ثم يستطرد :

« فأما المعلوم الوضع فهو الذى لا يتغير وضعه ، فأما ما هو الوضع فهو الصفة تتقوم بالقياس الى شىء معلوم ، والوضع يكون فى الجسم ، ويكون فى السطح ، ويكون فى الخط ويكون فى النقطة ، فالوضع فى الجسم منقسم الى قسمين :

اما أن يكون مضافا الى شىء ثابت ، وأما أن يكون مضافا الى شىء متحرك .

فالمضاف الى شىء ثابت هو الذى ينتقل ولا يتحرك لضرب من ضروب الحركات ، فالجسم المعلوم الوضع المضاف الى شىء ثابت هو الذى يكون بعد كل نقطة منه من النقط الثابتة الموجودة فى الشىء الثابت بعدا واحدا لا يتغير .

وهذا القسم هو الذى يسمى معلوم الوضع على الاطلاق .

فأما الجسم المعلوم الوضع المضاف الى شىء متحرك فهو الذى يكون بعد كل نقطة منه من كل نقطة من ذلك الشىء المتحرك بعدا واحدا لا يتغير ، فيلزم من ذلك أن يكون المعلوم الوضع الذى بهذه الصفة متى تحرك الشىء الذى هو مضاف اليه بحركة ذلك الجسم المعلوم الوضع حركة مساوية لحركته ، ويكون أبعادها بين كل نقطة منه من كل نقطة من الشىء الذى مضاف اليه هى الأبعاد بعينها التى كانت بينها كالجزء المعين من أجزاء الجسم المحرك ، وكالعضو المعين من أعضاء الانسان ، فان أبعاد الجزء من الجسم ليس يتغير لأبعاد كل نقطة منه من كل نقطة من بقية أجزاء ذلك الجسم ، ومع ذلك فان ذلك الجسم اذا تحرك بحركة ذلك الجزء بحركته ، وأبعاد كل نقطة من ذلك الجزء من كل نقطة من بقية ذلك الجسم أبعاد واحدة باعتبار لا يتغير .

وهذا القسم يقال له المعلوم الوضع بالقياس الى كل أو كذا ، ولا يمكن أن يشار اليه الا ويشار الى الشىء الآخر الذى هو معلوم الوضع عنده مع الاشارة اليه » .

ثم ينتقل ابن الهيثم بعد ذلك الى الأوضـــاع الحركيـــة فى السطوح فيقول بلفظه : وكذلك السطوح المعلومة الوضع تنقسم أيضا قسمين :

وحالها فى أوضاعها كحال الأجسام لا فرق بينها اذا أمكن أن يكون وضعها مضافا الى سطوح أو خطوط أو نقطة ثابتة ، واما أن يكون وضعها مضافا الى سطوح أو خطوط أو نقطة متحركة ، فتكون هذه السطوح متحركة بحركة الأشياء التى الوضع مضاف اليها .

وكذلك الخطوط ينقسم وضعها الى قسمين على مثل قسمة السطوح ، وكذلك النقطة اذا قيل أن النقطة معلومة الوضع على الاطلاق فهى التى وضعها مضاف الى نقطة ثابتة وهى التى لا تنتقل ولا تتحرك .

واذا قيل ان النقطة معلومة الوضع بالقياس الى شىء متحرك فهى التى يكون بعدها من كل نقطة من ذلك الشىء المتحرك بعدا واحدا لا يتغير ، واذا تحرك ذلك الشىء تحركت النقطة بحركته ، كمركز الدائرة فان بعده من كل نقطة من محيط الدائرة بعد واحد لا يتغير ، ومع ذلك فان الدائرة اذا تحركت تحرك مركزها معها .

واذا عبرنا عن هذا الكلام الوصفى بالرموز الرياضية لن نجد خيرا من الرياضـــة الكارتيزية الذى ابتدعهـــا « ديكارت » كما يقولون ، ثم تشعبت الرياضة الكارتيزية الى علم جديد هو علم الكينماتيكا فى القرن الثامن عشر .

مبادىء عامة وصفها ابن الهيثم فيها الشمول ، تشـــكلت بمفاهيم عصر النهضة فكانت علوما جديدة .

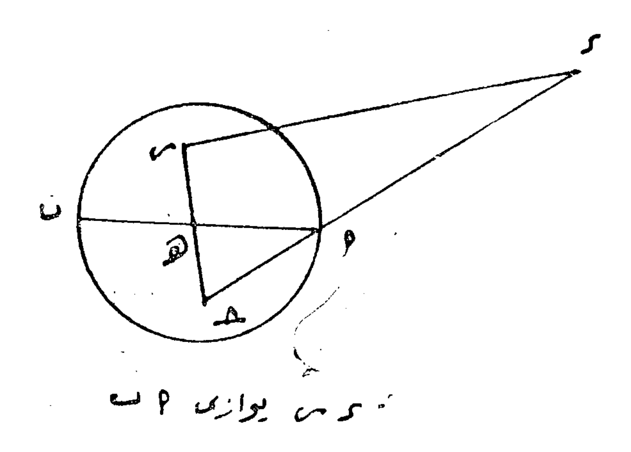
ويستمر ابن الهيثم قائلا :

« وقد بقى من بعد هذه الأقسام معنى الحركة لم يذكره أحـــد من المتقدمين ولا وجدناه فى شىء من الكتب ، وهو من المعانى التى

تحتاج اليها فى صناعة التحليل ، ويعظم الانتفاع بها فى استخراج المسائل ، ونحن نذكر فى هذا الموضوع بعض أقسامه لنستعمله فى أمثلة التحليل » .

مثل من أمثلة الحركة عند ابن الهيثم ما يلى :

« اذا كانت دائرة معلومة القدر والوضع ، حـ نقطة معلومة الوضع ، وخرج من النقطة خطا الى محيط الدائرة ، وأنفد على استقامته حتى صارت نسبة الخط الأول الى الخط الثانى كنسبة معلومة ، فان النقطة التى صارت وهى نهاية الخط الثانى هى على محيط دائرة معلومة الوضع » .



مثال ذلك دائرة أ ب معلومة القدر والوضع .

نقطة حـ معلومة .

خرج من نقطة حـ خط حـ ا ، ونفذ على استقامته الى ء .

وكانت نسبة حـ ا الى ا ء معلومة .

فأقول أن نقطة ء على محيط دائرة معلومة الوضع .

ومن هـذا المثال يتضح أن نقطة ء متحركة بالنسبة الى النقطة حـ .

برهان ابن الهيثم :

انا نجد مركز الدائرة وليكن هـ ونصل حـ هـ ونخرجه على استقامته فى جهة هـ .

ونصل حـ أ ونتوهم د ر موازيا لخط أ هـ .

فيكون نسبة ر د الى هـ أ كنسبة د حـ الى حـ أ وكنسبة ر حـ / حـ هـ :

ونسبة د حـ الى حـ أ معلومة لأن نسبة د أ الى أ حـ معلومة .

كما تبين فى الشكل السادس من المعطيات فنسبة د ر الى هـ أ معلومة .

ونسبة ر حـ الى حـ هـ معلومة ، هـ أ معلوم القدر ، د حـ معلوم القدر .

فخط ر ء معلوم القدر .

وخط ر حـ معلوم القدر كما تبين فى الشكل الثانى من المعطيات .

ولأن نقطتى حـ ، هـ معلومتى الوضع ، يكون خط حـ هـ معلوم الوضع كما تبين فى الشكل الخامس والعشرين من المعطيات .

فخط حـ ر معلوم القدر والوضع ، ونقطة حـ منه معلومة ، ونقطة ر منه معلومة كما تبين فى الشكل السادس والعشرين من المعطيات .

ونجعل نقطة د مركزا ونديز ر د المعلوم القدر بدائرة ، ولتكن دائرة د حـ ط وهى دائرة معلومة القدر والوضع لأن مركزها معلوم الوضع ونصف قطرها معلوم القدر ونقطة د هى على محيط هذه الدائرة .

فنقطة د على محيط دائرة معلومة القدر والوضع .

وذلك ما أردنا أن نبين .

* * *

ان طريقة التحليل والتركيب فى القضايا الهندسية ، كان لها أنصار كثيرون فى عصر ابن الهيثم ، منهم أبو الريحان البيرونى ، وأبو العلاء بن أبى الحسن ، وأبو الحسن اسحاق بن ابراهيم ابن يزيد الكاتب وغيرهم ، وقد ذكرهم البيرونى فى مخطوطه « استخراج الأوتار فى الدائرة »(١) وفيه يقول :

« تركت المتعلم الذى قد قرأ كتابى فى التحليل والتركيب ، وسائر الأعمال الهندسية ، وكتابى الذى فى الدوائر المحاسبة ، ينظر فى واحدة منها ، اذا فهم طريق تحليلها ليقيسها ويحلل قسما قسما منها ، وينظر هل يطابقه هذا التحليل الذى نقله أم لا ، ثم ينظر فيما يستحيل ويجوز ، والسيال وغير السيال ، والمحدود وغير المحدود ، ويركب هو وينظر فى عدد المرات التى لا يمكن أن نقطع زيادة عليها ، ويبن أن تلك المرات كذلك ، وهذه الأمور كلها من المنافع التى لنا نحن اليها النظر فى هذا الكتاب .

ومنها أن فيه مسائل مستعصية حسية ، لا يستغنى ذوو الفهم بالهندسة عن استعمالها فيما يستخرجونه ، ويعملونه فى الأعمال الهندسية » .

ثم يتبع ذلك بمسائل على جانب كبير من الصعوبة ، يقوم عليها بالطريقة المشار اليها .

* * *

بقيت ملاحظة أخيرة ، قد لا تكون متعلقة بهذا الباب ، ولكننا نسوقها ردا على الذين يكررون القول بأن ديكارت هو أول من

---

(١) تحقيق وشرح احمد سعيد الدمرداش .

طبق الجبر فى الهندسة ، وبذلك نشأت فكرة الهندسة الكارتيزية أو الهندسة التحليلية .

فهذا القول غير حقيقى ، ودليلنا ما أثبته عالمان روسيان هما يوسكيفيتش وروزنفيلد وهما من أعضاء أكاديمية العلوم بلينينجراد ، وما توصلا اليه ما يأتى :

« هذا ولقد أوجد العالم المصرى ابن الهيثم مجموع مسلسلتى الأس الثالث والرابع للأعداد الطبيعية عندما كان يقوم بحساب حجم الجسم الدورانى الناتج عن دوران قطعة قائمة من قطع مكافىء حول محور عمودى على محور تماثلها .

على غرار ما يلى بالرموز الجبرية الحديثة :

$$١^{٣} + ٢^{٣} + ٣^{٣} + \dots \dots + ن^{٣} = \frac{ن^{٢}\,(ن - ١)^{٢}}{٤}$$

$$١^{٤} + ٢^{٤} + ٣^{٤} + \dots ن^{٤} = \left[\left(\frac{ن \times (ن + ١)}{٢} - ١ \right)^{١} + \frac{ن\,(ن+١)}{٢} \right]$$

$$+ \left[ن \; \frac{(ن + ١)\,(٢ن + ١)}{٦} \right]$$

وهذا المجموع هو حل تقريبى للتكامل $\int_{صفر}^{ا} س^{٤} \; ء س$

ومن ناحية أخرى نجد البيرونى المعاصر لابن الهيثم يمزج الجبر مع الهندسة فى مخطوطه استخراج الأوتار فى الدائرة لمعرفة وتر العشر فى الدائرة وقد وصلته هذه الطريقة الى ايجاد جيوب الزوايا ، ففى حالة وتر العشر الذى يقابل زاوية قدرها ٣٦° أى $\frac{٣٦٠}{١٠}$ فانه توصل الى ايجاد جيب زاوية ١٨° من المعادلة الجبرية التالية :

$$\text{س}^{٢} + \text{نق س} - \text{نق}^{٢} = \text{صفر}$$

وباعتبار نق نصف قطر الدائرة افترض له واحد صحيح

ومنه ينتج أن وتر العشر

$$= \sqrt{\text{نو}^{٢} + \frac{١}{٤}\,\text{نو}^{٢}} - \frac{\text{ق}}{٤}$$

وبهذه الطريقة توصل الى ايجاد جداول الجيوب .

وليس المجال هنا مناسبا للخوض فى الكثير من الحقائق التى تكذب من يدعون بأن ديكارت هو أساس كذا من العلوم ، وهم فى الواقع يرددون أقوال مؤرخى العلوم من الأجانب المتعصبين لقومياتهم ، وعلينا واجب تصحيح التاريخ من هذه الناحية .

فكرة النظام عند ابن الهيثم

ان الاحاطة بتاريخ علم الضوء قد لا تخدم هذا العلم فى ذاته ، بيد أنها تقدم لنا الأساس الذى نما عليه هذا العلم ، ومعنى هذا اقتناع يقينى بأن عناوين الصحف قد أصبحت ولها مكان فى التطور الذى يسود عالمنا ، ومهما يكن من شىء فمعرفة تاريخ هذا العلم تصل ما بينه ، وما نعنى به من قيم انسانية ، ذلك لأنها تؤكد، لا وحدة التاريخ فحسب ، بل تحقق أيضا وحدة المعرفة .

ثلاثة عوامل خلاقة كانت هى اللبنات التى بنى من مادتها علم الضوء ، وهى : عامل النظام ، وعامل السببية ، وعامل المصادفة ، وما من عامل منها اختص بالعلم وحده ، بيد أنها جميعا لها تطبيقات فى العلم تولدت عن مدركات عامة ، رآها العلماء والحكماء فى كل عصر من العصور التى سبقت عصر ابن الهيثم ، فابتدعوا نظما مختلفة لتفسير هذه المدركات ، مرتبطة بمفاهيم وما صدقات كل عصر ، نظما هى من صنع العقل البشرى لا تمثل فى واقعها الا ايقاعا متسقا فى ملحمة موسيقية تقرع ، تلك الملحمة هى ملحمة تاريخ الانسانية جمعاء .

يسجل لنا علم الضوء هذه المدركات العامة بطريقة سلسة ، فله تاريخ يمكن أن نتلمس فيه بسهولة ويسر مراحل نمو هذه المدركات وتطورها ، وفضلا عن ذلك يمكننا بدراسة هذا التاريخ أن نعرف اللحظات الحاسمة ذات الأهمية العظمى ، تلك اللحظات التى تعاد فيها صياغات هذه المدركات من جديد ، واحدى هذه

اللحظات هى واحدة من ومضات ابن الهيثم فى تفسير وصياغة قوانين الانعكاس والانعطاف للضوء ، بل وتفسير ماهية الضوء نفســــه .

تناول ابن الهيثم رؤوس موضوعات كثيرة فى علم الضوء سجلها فى كتابه المناظر ، وقام بدراساتها دراسات مستفيضة ظلت هى المرجع الأساسى لهذا العلم حتى القرن الثامن عشر الميــلادى ، ووضع نظاما لكل موضوع لحمته أحكاما شاملة بناها على أساس من التجربة والمشاهدة والاستقراء ، كان موقفه موقف من يتساءل :

هل الأضواء جميعا سواء منها المشرق من الأجسام المضيئة بذاتها أو المشرق من الأجسام المستضيئة بغيرها تمتد فى الجسم المشف الواحد على السموت المستقيمة ؟ وان كان الأمر كذلك ، هل من سبيل الى القول بأن الابصار يكون بورود الضوء المشرق من المبصر الى البصر ؟ وان قيل هذا ، فان الضوء الوارد من المبصر الى البصر يرد من كل نقطة من المبصر الى جميع سطح البصر أى الى جليدية العين .

فكيف يتسنى للبصر أن يدرك المبصر بأجزائه المختلفة وألوانه ونقوشه وتخطيطاته ، كما هو عليه فى الواقع المحسوس دون أن يختلط كل ذلك بعضه ببعض ؟ وكيف يتسنى ادراك المبصرات المختلفة معا دون أن تختلط صورها أو تشتبه ؟

واذا كان الاحساس يحدث فى داخل البصر بورود الضوء من المبصر ، فكيف يدرك البصر المبصر فى مكانه خارج البصر ؟ بل كيف يتسنى أن يدرك بعده ، وعظمه ، وشكله ، وتجسمه وما الى ذلك ؟ وكيف يعرض ما يعرض أحيانا من الغلط فى ادراك هــذه الأمور ؟ وكيف يتسنى أن يدل المبصر واحدا بالنظر اليه بالعينين الاثنتين ؟ .

وأيضا هل الأضواء جميعا تنعكس على صفة واحدة ؟ وان كان الأمر كذلك فما هى الصفة العامة التى تنعكس عليها الأضواء جميعا ؟ وبعد هل من سبيل الى القول بأن ادراك المبصر بالانعكاس هو بورود الضوء المشرق منه الى العين بعد انعكاسه ؟ .

وان كان الأمر كذلك ، فأين يكون موضع الخيال الذى يرى ، وما هى صفاته ؟

وأيضا هل الأضواء جميعا تنعطف على صفة واحدة وما هى هذه الصفة ؟ وبعد هل من سبيل الى القول بأن ادراك المبصر بالانعطاف هو بورود الضوء المشرق منه الى العين بعد انعطافه ؟

وان كان الأمر كذلك فأين يكون موضع الخيال . وما هى صفاته ؟

رسم ابن الهيثم خطة للبحث فى هذه القضايا وفى هذه المدركات قائلا فى كتابه المناظر :

« نبتدىء فى البحث باستقراء الموجودات ، وتصفح أحوال المبصرات ، وتمييز خواص الجزئيات ، ونلتقط باستقراء ما يخص البصر فى حال الابصار ، وما هو مطرد لا يتغير ، وظاهر لا يشتبه من كيفية الاحساس ، ثم نترقى فى البحث والمقاييس على التدريج والترتيب ، مع انتقاد المقدمات ، والتحفظ من الغلط فى النتائج ، ونجعل غرضنا فى جميع ما نستقريه ونتصفحه استعمال العدل لا اتباع الهوى ، ونتحرى فى سائر ما نميزه وننتقده طلب الحق لا الميل مع الآراء » .

فى هذا القول الموجز وضع ابن الهيثم الشرط الأساسى الذى يجب أن يتوافر فى البحث العلمى ، « استعمال العدل لا اتباع الهوى وطلب الحق لا الميل مع الآراء » .

هذا المنهج الرياضى قريب الشبه بمنهج « برتراند رسل »

الفيلسوف المعاصر وهو المنهج التحليلى الذى يقوم على الشعار الانجليزى التقليدى « فرق تسد » بمعنى .

« قسم الشىء الى أجزاء تصل الى معرفة أوضح عنه » .

وابن الهيثم يتصفح أحـــوال المبصرات ، ثم يميز خواص الجزئيات التى عن طريقها ينتقل من المجهول الى المعلوم ، أى الى المعلوم الذى سيصل اليه عن طريق المعرفة باللقاء ، أو كما يقول:

« فرأيت أننى لا أصل الى الحق الا من آراء يكون عنصرها الأمور الحسية ، وصورتها الأمور العقلية » وابن الهيثم يتشكك فى المعرفة المتواترة ، ويشك فى مقوماتها شكا قريبا من شـــك ديكارت ، وان كان لا يمت اليه فى روحه العامة من حيث أن الباعث على هذا الشك الأخير لم يكن الا رغبة ديكارت فى أن يقيم اليقين الذى أقامه بعد الشك على أسس ميتافيزيقية ، بينما ابن الهيثم يقصد الوصول الى نوع من « الغربلة » الهدف من ورائها الوصول الى أحكام قاطعة لكل زمان ومكان ، ويقول :

« ولعلنا ننتهى بهذا الطريق الى الحق » .

وأى حق هو ؟

« الذى به يثلج الصدر » .

* * *

لقد ورث الفكر الاسلامى تركة مثقلة بالمتناقضـــات فى كيفية الابصار ، ورث فكرة الفيثاغوريين وهم شيعة فيثاغورس التى تنادى بخروج ذرات أو بالأحرى دقائق تنبعث من المبصر ، اذا وردت الى البصر يحدث عن وقوعها علة الابصار ، فكرة قريبة الشبه من نظرية الجسيمات التى قال بها « نيوتن » والتى يعد بحسبها الضوء كأنه دقائق تنبعث من الجسم المضىء .

وورث أيضا فكرة « أمبذوقليس » الفيلسوف اليونانى المتوفى عام ٤٣٥ ق.م ، فالموجودات فى نظره تتكون من « عناصر » أو أجرام

غير متجزئة ، ويسود عالم الوجود فى نظره قوتان أو محركان ، أحدهما المحبة أو الألفة والثانى العداوة أو الغلبة أو البغضة ؛ فبعامل المحبة تتجاذب وتتصل تلك العناصر كل مثيل الى مثيله ؛ وكل نوع الى نوعه ، وبعامل الغلبة تتنافر الأنواع عن غيرها ؛ والأشياء عن أضدادها .

والادراك بوجه عام هو فى نظره من اتصال العناصر فى الموجودات الخارجة بأنواعها فى الانسان ، والأبصار بوجه خاص هو بخروج عناصر من البصر واتصالها بعناصر من نوعها تخرج من المبصر ؛ وبوقوع الاتصال بين هذه وتلك يحدث الابصار .

وكذلك ورث مذهب أفلاطون « ٤٢٨ ــ ٣٤٧ ق.م » فى الابصار ، ويتلخص مذهبه فى زعمه أن البصر لا يدرك المبصر الا على النمط التالى :

فمن البصر ينبعث ما عبر عنه الأفلاطونيون « بالنار الالهية » أو « بالقوة النورية » وهو ما شاع تسميته عند الاسلاميين بالروح الباصر ، فاذا خرجت النار الالهية من البصر فى ضوء النهار ، اتصلت بذلك النور الذى من نوعها ، واذا ما اتصل المثل بالمثل على هذه الكيفية اندمجا واتحدا وتكون منهما الشعاع الذى به يدرك البصر المبصر .

وورث أيضا مذهب أرسطو الذى عارض فيه مذهب أفلاطون، فهو يرى أن الضوء صفة ، أو كيفية عارضة تعرض على الوسط أو الجسم المشف الذى يتوسط بين المبصر والبصر ، وأنكر أن للضوء وجودا فى ذاته ، فالضياء ليس بجسم نير ، فالجسم اذا تحرك فانما تكون حركته فى زمان والضياء لا يتحرك فى زمان ، كما أنكر أن الضوء يقبل الحركة أو أن يكون شيئا يرد من البصر ، والا فكيف يتفق أنه يوجد شيئان فى مكان واحد ؟

فهو صفة عارضة تعرض على المشف اذا ما زالت عنه كانت

الظلمة ، والظلمة ليست جسما فيجب أن يكون الضـوء ليس هو جسما ، وذلك أن قوة المتضادين واحدة ، فان كان أحدهما عرضا كان الآخر عرضا كالسواد والبياض .

فالابصار فى زعمه هو انطباع يحدث فى البصر لا من جراء شيء يرد من المبصر الى البصر ، وانما بفعل المشف المتوسط عن قبوله تلك الصفة العارضة عليه .

ولم يدم رأى أرسطو ، فلم يقبله « ابيقور » (٣٤١ — ٢٧٠ ق.م) لأنه نحا فى فلسـفته المنحى الحسى البحت ، وأبطل فيها وجود اللامادى غير المحسوس ، لذلك لم يقبل القول بأن المبصر يؤثر فى البصر عن بعد ، دون أن يرد منه الى البصر شيء ، فقرر فكرة « الورود » فالمبصرات فى زعمه « أشباح » أو « صور » هى أخيلة رقيقة على مثال الأجسام المبصرة نفسها تنخلع عنها ، وتنبعث منها باتصال واستمرار ، والابصار هو بورود هذه الأشباح الى العين .

وقد ظل مذهب أرسطو المنطوى على عدم ورود شيء من المبصر الى البصر ، ومذهب ابيقور المنطوى على ورود شبح من المبصر الى البصر يتنازعان آراء الفلاسفة الطبيعيين زمنا طويلا ، والغريب أنه على الرغم من تناقضهما فقد اندمجا معا ، وتكون منهما مذهب كان هو مذهب ابن سينا فى الابصار .

فابن سينا قد جمع بين النقيضين ورأى أن الابصار هو « بانتشاح شبح المبصر » فى البصر بمجرد المحاذاة ، دون أن يكون ذلك بورود شيء منه الى البصر .

أما فلسفة الرواقيين (٣٣٦ — ٢٦٤) ، وهى التى سادتها المادية ، فكل ما هو موجود مادى محسوس فى زعمهم ، وفعل الجسم فى الجسم أو تأثيره فيه لا يكون الا بالاتصال المادى بين الجسمين أو بتماسهما ، وكذا الادراك بتوسط الحواس .

فالابصار فى زعمهم لا يكون الا بالاتصال الفعلى أو المادى بين العضـو الحاس وهو العين وبين المبصر ، وكيفيـة ذلك أن

يخرج من العين « شعاع » على شكل مخروط رأسه عند العين وقاعدته عند سطح المبصر ، فاذا ما خرج هذا الشعاع من العين ووقع على المبصر فلمسه حدث الابصار ، فكأن العين وهى العضو الحاس تمتد حتى تلمس المبصر ، وكأن الشعاع بمثابة ما يسميه علماء الحشرات قرون الاستشعار (١) ، والقول بالشعاع الخارج من العين هو المذهب الرياضى فى العصر الاسكندرانى ، وأطلق عليهم ابن الهيثم أصحاب الشعاع .

* * *

جاء ابن الهيثم فأحدث ثورة علمية فى علم الضوء ، أحدث تحولا فى النظر الى الأشياء من فكرة ترى العالم وكأن أجزاءه تنتظم حسب طبيعتها المثلى الى فكرة ترى العالم تجرى الأحداث فيه حسب نظام ثابت .

كانت الفكرة القديمة المتوارثة من الأغارقة تتمثل فى أن للموجودات طبائع هى فى أساسها من طبيعة الانسان ، كانوا يؤمنون بوجود نوع من الارادة الموجهة عند هذه الموجودات ؛ قد تكون ارادة غير واعية ، ولكنها على أية حال ارادة حيوانية عنيدة فالنار تصاعد الى أعلا ، والموجودات الثقيلة تساقط الى أسفل ، والهواء مقدر له أن يتصاعد الى طبقات الجو ، كل يتحرك بدافع من نفسه ، ليجد مستقرا له فى تلك الأماكن ؛ وضوء الشمس ينير العالم دفعة واحدة فلا يصل الى الأرض فى زمان ، والابصار يكون عن طريق خروج شعاع من العين حين يقع على المبصر يسبب الاحساس بالابصار ، شعاع له ارادة موجهة عنيدة تريد مستقرا .

جاء ابن الهيثم وأثبت أن الضوء هو مجموعة من أحداث ، وأن له وجودا فى ذاته ، وأنه ينتقل طبقا لنظام ثابت ذى نموذج آلى مسبق فى كل زمان وفى كل مكان ، والأضواء كلها من جنس

---

(١) مصطفى نظيف .

واحد ، سواء كانت أضـــواء ذاتية من الشمس أو الكواكب أو أضواء عرضية ، أو أضواء صادرة من فتيلة مشتعلة ، كلها تخضع لنظام واحد تمتد من المبصر الى البصر على ســـموت خطوط مستقيمة ، ويقول بلفظه :

« ان امتداد الضوء على سموت خطوط مستقيمة يظهر ظهورا بينا من الأضواء التى تدخـــل من الثقوب الى البيوت المظلمة ، فان ضوء الشمس وضوء القمر وضوء النار اذا دخل فى ثقب الى بيت مظلم ، وكان فى البيت غبارا ، أو أثير فان الضوء الداخل من الثقب يظهر فى الغبار الممازج للهواء ظهورا بينا ، ويظهر على وجه الأرض أو حائط البيت المقابل للثقب .

ويوجد الضوء ممتدا من الثقب الى الأرض أو الى الحائط المقابل للثقب على سموت خطوط مستقيمة ، وان اعتبر هـــذا الضوء الظاهر بعود مستقيم وجد الضوء ممتدا على استقامة العمود ، وان لم يكن فى الأرض غبار وظهر الضوء على الأرض وعلى الحائط المقابل الثقب ، ثم جعل بين الضوء الظاهر وبين الثقب عود مستقيم ، أو مد بينهما خيط مدا شديدا ، ثم جعل فيما بين الضوء والثقب جسم كثيف ظهر الضوء على ذلك الجسم الكثيف ، وبطل من الموضع الذى كان يظهر فيه .

ثم ان حرك الجسم الكثيف فى المسافة الممتدة على استقامة العود وجد الضـــوء أبدا يظهر على الجسم الكثيف ، فيتبين من ذلك :

أن الضوء يمتد من الثقب الى الموضع الذى يظهر فيه الضوء على سموت خطوط مستقيمة » .

ان الملكة العلمية الطبيعية فى هذا العقل العبقرى ، هى التفسير على سموت خطوط مستقيمة ان الملكة العلمية الطبيعية فى هذا العقل العبقرى ، هى التفسير الذى لا غنى عنه لجميع أعماله واعتباراته ، ويتضح ذلك من جمع الحوادث المتفرقة فى ظاهرة

واحدة ، لأنها بنية حية وليست أشتاتا من الحوادث يمسكها السمط ، ولكنها فى نظر ابن الهيثم تؤخذ جانبا جانبا كما تؤخذ الصور من جوانبها المتعددة ، وحين تتحرك هذه الصور الساكنة يتولد عنها « فيلم » سينمائى فيه حياة وفيه موضوع ، هذا هو النظام الذى ارتآه ابن الهيثم للأضواء الذاتية والأضواء العرضية والأضواء الصادرة عن وهج الشموع ، نظام يجمع هذا الهرج والمرج فى التفسيرات السابقة لهذه الأضواء على الرغم من اختلافها الظاهر ، ورغم هذا الاختلاط بينها ، فانه قد تمكن بعد دراستها أن يستدل على رابطة تنشأت عليها .

* * *

ان البحوث العملية لابن الهيثم التى استقرأها واستنبطها عن خواص الأضواء الذاتية وخواص الأضواء العرضية ، قد أثبتت أن الخواص واحدة فى الحالتين ، مما يقوم دليلا على أن ماهية الأضواء الذاتية ، وماهية الأضواء العرضية واحدة ، فبذلك يصبح مذهب ابن الهيثم فى التوحيد بينهما لا يعوزه برهان، وتصير نظريته فى أن للضوء وجودا ذاتيا ، وان الأبصار انما هو بفعل هذا الضوء الذى يشرق من المبصر ، وينفذ فى المشف الى البصر ، تصير هذه النظرية وطيدة البنيان ، رغم انكار الكثير من الفلاسفة لها ، أما أصحاب التعاليم فانهم لم يسموا اليها .

وها هو أثير الدين مفضل بن عمرو الأبهرى العالم الايرانى الفيلسوف الذى توفى عام ١٢٦٣ م لا يذكر نظرية ابن الهيثم فى الابصار رغم مضى أكثر من مائة عام عليها . ففى مخطوطه « هداية الحكمة » الموجود بدار الكتب (١) يقول ان مذاهب الابصار ثلاثة :

---

(١) ٣٤ فلسفة .

١ ـ **مذهب الرياضيين** : وهو أن الابصار بخروج شعاع من العينين على هيئة مخروط رأسه عند مركز البصر ، وقاعدته عند سطح المبصر ، ثم انهم اختلفوا فيما بينهم ، فذهب جماعة الى أن ذلك المخروط مصمت ، وذهب جماعة أخرى الى أنه مركب من خطوط شعاعية مستقيمة ، أطرافها التى تلى البصر مجتمعة عند مركزه ثم تمتد متفرقة الى المبصر .

فما ينطبق عليه من المبصر أطراف تلك الخطوط أدركه البصر ، وما وقع بين أطراف تلك الخطوط لم يدركه ، ولذلك يخفى على البصر المسافات التى فى غاية الدقة فى سطوح المبصرات ، وذهب جماعة ثالثة الى أن الخارج من العينين خط واحد مستقيم ، فاذا انتهى الى المبصر يتحرك على سطحه فى جهتى طوله وعرضه حركة فى غاية السرعة ، وتتخيل بحركته هيئة مخروطية .

٢ ـ **مذهب الطبيعيين** : وهو أن الابصار بالانطباع ، وهو المختار عند أرسطو وأتباعه كالشيخ الرئيس وغيره : قالوا ان مقابلة المبصر الباصرة توجب استعدادا تفيض به صورته على الجليدية ، ولا يكفى فى الابصار الانطباع فى الجليدية ، ولا يرى شىء واحد شيئين لانطباع صورته فى جليديتى العينين ، بل لابد من تأدى الصورة الى ملتقى العصبيتين المجوفتين ، ومنه الى الحس المشترك ، ولم يريدوا بتأدى الصورة من الجليدية ومنه الى الحس المشترك انتقال الغرض الذى هو الصورة ، بل أرادوا أن انطباعها فى الجليدية معد بفيضان الصورة على الملتقى ، وفيضانها عليه معد لفيضانها على الحس المشترك .

٣ ـ **مذهب طائفة الحكماء** : وهو أن الابصار ليس بالانطباع ولا بخروج الشعاع الذى فى البصر ، بل ان الهواء المشف الذى بين الرائى والمرئى يتكيف بكيفية الشعاع الذى فى البصر ، ويصير بذلك آلة للابصار .

* * *

هذا المذهب الأخير يرفضه ابن الهيثم فيقول :

« وامتداد الضوء فى الأجسام الطبيعية هو خاصة طبيعية لجميع الأضواء ، ولا يصح أن يقال ان امتداد الضوء فى جميع الأجسام المشفة على سموت الخطوط المستقيمة هو خاصة تخص الأجسام المشفة .

لأن هذا القول الأخير يفسد عن السبر والاعتبار ، والقول الأول هو الصحيح ، وذلك انه لو كان امتداد الضوء فى الجسم المشف هو خاصة الجسم المشف ، لكان امتداد الضوء لا يكون الا على سموت مخصوصة ، وليس يوجد الأمر كذلك .

بل توجد الأضواء فى الأجسام المشفة على سموت متقاطعة ومتوازية ومتلاقية وغير متلاقية فى وقت واحد ، ومن ضوء جسم واحد .

وذلك أن كل نقطة من الجسم المضىء يمتد منها ضوء على كل خط مستقيم يصح أن يمتد من تلك النقطة ، فالأضواء التى تمتد من نقطتين مفترقتين من النقط التى فى الجسم المضىء تكون متقاطعة ، أعنى أنه يكون الخطوط الممتدة من احدى النقطتين فى جميع الجهات متقاطعة للخطوط الممتدة من النقطة الأخرى فى جميع الجهات .

واذا حضر فى الوقت الواحد عدة من الأجسام المضيئة امتدت الأضواء من كل واحد منها ، فتكون الخطوط التى يمتد عليها جميع تلك الأضواء مختلفة الوضع اختلافا متفاوتا ، ويعرض من ذلك أن يكون امتداد الأضواء فى جهات متضادة اذا كانت الأجسام المضيئة فى جهات متضادة بالقياس الى الجسم المشف .

فيبطل الاختصاص ، ولا يكون فى الجسم المشف سموت مخصوصة تؤدى الضوء ، ومع ذلك فان الحركات الطبيعية

لا تكون فى جهات متضادة ، فلو كانت الصورة المؤدية الضوء التى فى الجسم المشف تؤدى الضوء على سموت مستقيمة بخاصة تخصها لكانت لا تؤدى الضوء على سموت واحدة بأعيانها فى جهتين متضادتين .

واذا كانت الأضواء تمتد فى الجسم الواحد المشف على سموت واحدة بأعيانها فى جهتين متضادتين فليس امتداد الضوء فى الأجسام المشفة على سموت الخطوط المستقيمة بخاصة تخص الأجسام المشفة ، واذا كان الضوء لا يمتد الا فى الأجسام المشفة ولا يمتد فى الأجسام المشفة الا على سموت خطوط مستقيمة ، وكان الامتداد على الخطوط المستقيمة ليس هو بخاصة تخص الأجسام المشفة ، فليس امتداد الضوء على سموت الخطوط المستقيمة الا بخاصة تخص الضوء ، فخاصة الضوء أن يمتد على سموت خطوط مستقيمة ، وخاصة الشفيف أن لا يمنع نفوذ الأضواء فى الأجسام المشفة ، والضوء الممتد فى الأجسام المشفة على سموت الخطوط المستقيمة هو الذى يسمى شعاعا .

فالشعاع هو الضوء الممتد من الجسم المضىء فى الجسم المشف على سموت خطوط مستقيمة ، والخطوط المستقيمة التى يمتد عليها الضوء هى خطوط متوهمة لا محسوسة ، والخطوط المتوهمة مع الضوء الممتد عليها لمجموعها هو الذى يسمى الشعاع .

فالشعاع هو صورة جوهرية ممتدة على خطوط مستقيمة ، وانما يسمى أصحاب التعاليم شعاع البصر شعاعا لشبهها بشعاع الشمس وشعاع النهار » .

وهنا يقرر ابن الهيثم قرارا جازما بأن الضوء وامتداده ، ومن ثم الابصار ليس بخاصة تخص الأجسام المشفة ، ولا يتكيف الهواء وهو الشفيف بكيفية خاصة فتصيره آلة للابصار ، انما الضوء وله كيان بذاته يمتد فى الأجسام المشفة سواء كانت هواء أو ماء

أو زجاجا بصفة واحدة وكيفية واحدة على سموت الخطوط المستقيمة .

هذا نظام قد خططه ابن الهيثم واستقر رأيه عليه نهائيا ، نظام استقصى البحث فيه من الناحية العملية والتجريبية ، نظام يشترك فيه جميع الأضواء ذاتيها وعرضيها ، وأنه طبيعة ثابتة للضوء بما هو ضوء ، وليست صفة عارضة تعرض فى بعض الأحوال ، وتزول فى بعض الأحوال ، وأن امتداد الضوء على السموت المستقيمة ليس من لواحق الضوء نفسه ، وليس من لواحق الجسم المضىء الذى يشرق منه الضوء ، بل انه لازمة لا تنفك عن الضوء ، حتى اذا انعكس عن سطح الصقيل الى جهة خاصة أو انعطف فى مشف آخر أو خرج نافذا منه .

وتجاربه فى هذا الصدد من البساطة بمكان ، فهى لا تختلف كثيرا عما نجده فى كتب الدراسة الأولية فى الوقت الحاضر ، فضوء الشمس اذا دخل بيتا مظلما من ثقب ، وكان الهواء الذى فى البيت كدرا بغبار أو دخان ، فان الضوء يظهر ممتدا على استقامة من الثقب الذى يدخل منه الضوء الى الموضع الذى ينتهى اليه ذلك الضوء من أرض البيت أو جدرانه .

واذا كان الهواء صافيا نقيا ، ولم يظهر امتداد الضوء للحس ، وأخذ المعتبر جسما كثيفا وقطع به السمت المستقيم بين الثقب وموضع الضوء عند أية نقطة كانت ، وجد الضوء يظهر على ذلك الجسم الكثيف ، ويبطل من الموضع الذى كان يظهر فيه من أرض البيت أو جدرانه .

ويقول ابن الهيثم فى المقالة الأولى من المناظر :

« واذا اعتبر المعتبر أى مسافة شاء من المسافات المنعرجة والمنحنية والمقوسة التى بين الثقب وبين الوضع الذى يظهر فيه الضوء فقطعها بالجسم لم يظهر فيها شىء من ذلك الضوء » .

وهو يتخذ ظاهرة الاظلال دليلا على امتداد الأضـــواء على السموت المستقيمة ويقول بلفظه : « وقد يظهر هذا المعنى أيضا فى جميع الأضواء من الاظلال ، فان الأشخاص المنتصبة الكثيفة اذا أشرق عليها الضوء ، وظهرت اظلالها على الأرض وعلى ما يقابلها من الأجسام الكثيفة ، توجد الاظلال أبدا ممتدة على استقامة ، وتوجد المواضع التى استظلت هى المواضع التى قطعت الأشخاص المظلة المسافات المستقيمة التى بينها وبين الجرم المضىء الذى انقطع ضوؤه عن تلك المواضع » .

ومن خواص الضوء ما نعبر عنه فى الوقت الحاضر بالحزمة الضوئية التى تخرج من الجسم المضىء على هيئة مخروط ، فضوء الشمس اذا نفذ من ثقب ضيق يوجـــد أبدا منخرطا انخراطا محسوسا ، بحيث اذا ما وقع على جسم يقابل الثقب وجدت المسافة المستضيئة به أوسع من الثقب أضعافا مضاعفة ، ويستدل من هذه المشاهدة على أن ضوء الشمس حتما يشرق من جميع أجزائها الى الثقب الضيق على سموت خطوط مستقيمة ، يلتئم منها شكل مخروطى ، ثم يمتد الضوء بعد ذلك على ســـموت الخطوط المستقيمة نفسها ، فيحدث مخروط آخر مقابل للمخروط الأول .

ويستدل ابن الهيثم على أن الضوء يشرق من الجسم المضىء سواء كان شمسا أو قمرا أو ذبالة من جميع أجزاء الجسم ، وأنه يمتد على السموت المستقيمة .

ولعل من أجدر تجاربه بالذكر فى هذا الصدد تجربة أوردها فى مقالة فى ضوء القمر ، بين بها أن جرم القمر اذا أشرق عليه ضوء الشمس وصار مضيئا ، فان ضوءه يشرق من كل نقطة من سطحه على كل نقطة تقابلها كما تشرق الأضواء الأولى من الأجسام المضيئة بذواتهـــا .

ولا يقتنع ابن الهيثم بالتجاوب المباشر ، بل يمضى فى تحقيق الامتداد على السموت المستقيمة فى الأضـــواء المنعكسة ، وفى الأضواء النافذة من الأجسام المشفة ، ويصف لذلك تجارب كثيرة ، ويتلخص بعضها فى أن يؤتى بجسم كثيف تقطع به المسافة المستقيمة بين السطح الصقيل العاكس ، وبين موقع الضوء الذى ينعكس عنه .

أو بين الجسم المشف وبين موقع الضوء النافذ منه ، الذى هو منه بمثابة الظل ، حيث يتبين فى جميع الأحوال أن الامتداد هو فعلا على السموت المستقيمة .

ويستعين أيضا فى بعض تجاربه لبيان امتداد الأضواء المنعكسة على السموت المستقيمة بظاهرة الظلال ، حيث اذا استقبل الضوء المنعكس على جسم كثيف أبيض يوضع بالقرب من السطح العاكس ، ودخل فى المسافة المستقيمة بينهما ميل دقيق أو خلاله ، لوحظ ظهور ضوء منعكس على الميل نفسه ، وظهور ظل الميل على الجسم الكثيف الأبيض .

وهو يعنى فى بحوثه فى الانعطاف أن الضوء عند نفوذه من وسط مشف كالهواء الى آخر مشف يختلف شفيفه عن شفيف الأول كالماء أو الزجاج فانه يمتد فى المشف الثانى أيضا على السموت المستقيمة سواء كان نفوذه فيه مقرونا بالانعطاف أو غير مقرون .

* * *

ان تصنيف الأشياء غير المتطابقة فى رتبة واحدة أو مجموعة واحدة أصبح شيئا مألوفا جدا بحيث نسينا مدى أهميته ، يعتمد هذا التقسيم على القدرة على تمييز عوامل الشبه بين الأشياء بالرغم من أنها غير متطابقة تماما ، فنحن نقسمها تبعا لما نراه فيها من عوامل مشتركة ، أى بما نحس فيها من تشابه ، وبحكم العادة أصبحنا نظن أوجه الشبه واضحة .

والمقدرة على تصنيف الأشياء ووضعها فى أقسام متشابهة وأخرى مختلفة ، لهى فى رأيى أساس التفكير البشرى ، وهى حقا مقدرة بشرية أن نرى أوجه التشابه التى لم توجدها الطبيعة .

لقد أدرك « نيوتن » أن ما يحدث فوق الأرض من جاذبية هو عين ما يحدث فى السماء من جاذبية بين الأجرام السماوية ، سقطت تفاحة فوقه كما يقولون نتيجة جاذبية الأرض فاسترعت نظره فقام لتوه يحسب قوة الجاذبية بين القمر والأرض ، فبصيرة هذا العبقرى وسرعة ادراكه كانت فى تمييزه لأوجه الشبه بين سقوط التفاحة وتحرك القمر فى مداره حول الأرض ، بما لم يدركه أحد من قبله .

تعتمد نظرية الجاذبية أو التأثير عن بعد على هذا الارتباط ، الذى قد يبدو لنا اليوم واضحا مألوفا ، على حين كان أتباع الفكر الارسططاليسى يرونه مجرد خيال ، كانوا يعتبرون مجرد سقوط التفاحة حدثا عاديا لأن لها ارادة حيوانية عنيدة لتستقر فى مكانها التحتانى ، ومجرد تصاعد اللهب والدخان حدث ضرورى ليستقر فى مكانه الفوقانى ، كل بحسب طبيعته التى أضفيت عليه من قبل .

أما نيوتن فقد اقتنع بأن سقوط التفاحة انما يرجع الى علة أساسها الجاذبيـــة ، وبذلك اقترب التفكير العلمى الى مفهـــوم السببية الكامن فى النظام الكونى .

ولقد سبقه ابن الهيثم فى هذا الصدد عند دراسته ظاهرة الاظلال ، فما يحدث فى السماء من خسوف وكسوف هو عين ما يحدث فوق الأرض من ظلال ، فاذا أشرق الضوء على جسم كثيف استتر ما وراء هذا الجسم عن الضوء ، واذا رفع الكثيف أشرق الضوء على الموضع المستظل :

ظاهرة مألوفة فى غاية البساطة تعتبر من المدركات الأولية التى يراها الجميع فى كل زمان ومكان ، ولكن ليس لكل أن يستطيع

الربط بينها وبين ظاهرتى الخسوف والكسوف ، الا من أوتى بصيرة نافذة .

لقد أفرد ابن الهيثم للاظلال مقالة خاصة هى « مقالة فى الاظلال » تناول فيها أمورا كثيرة ، ذلك لأن ظاهرة الاظلال لها شأن كبير فى علم الفلك ، وهى كما يقول ابن الهيثم فى مقدمة مقالته أحد الأصول المعتمد عليها فى علم الهيئة ، فالخسوفات بأنواعها المختلفة تحدث عن الاظلال ، وتحقيق مقادير الخسوفات وأزمانها لا يتأتى الا بدراسة أشكالها .

ويستفاد من مقالة ابن الهيثم أن الذين تناولوا هذه الظاهرة بالبحث من قبله ، لم يستوفوا بحثها ولم يبينوا أشكال الاظلال المختلفة ، ولم يميزوا بين ما نسميه « الظل » وما نسميه « شبه الظل » فى الوقت الحاضر ، واقتصرت أقوالهم على ناحية واحدة من نواحيها .

وأجرى بعض التجارب الأرضية ، اذ استخدم « سراجا ذا فتيلة غليظة » وجعله على مسرجة مرتفعة عن الأرض فى بيت لا يدخله الضوء ، وجعل بعد السراج عن الحائط نحو ذراعين أو أقل ، واعتمد عودا دقيقا قابل به السراج ، ومد العود فيما بين السراج والحائط .

فاذا تأمل المعتبر ما يظهر على الحائط فى مثل هذه الحالة وجد ظلا عريضا أعرض كثيرا من العود ، واذا قدم العود الى السراج ، اتسع عرض الظل ، واذا أبعده عنه وقربه نحو الحائط ضاق عرض الظل .

ودرس ابن الهيثم الظواهر المتعددة فى الخزانة ذات الثقب ، وأجرى الكثير من التجارب والبحوث ، فتوصل الى دراسة كسوف الشمس ، والمقارنة بين صورة كسوف الشمس وصورة هلال القمر .

واستنتج بالاستعانة الى براهين هندسية الى أن نسبة بعد الشمس عن مركز الأرض الى قطر الشمس كنسبة ١١٥ : ١ ، وهى نسبة قريبة جدا مما نعرفه اليوم .

ان نسبة فضل الكشف عن ظاهرة تكون صور المرئيات بواسطة الثقوب الضيقة الى (دلاپورتا) كما هو الشائع المتواتر ، أو الى « روجر باكون » أو الى « ڤيتلو » أو الى « ليوناردو دافنشى » أو غيرهم من المتأخرين عن ابن الهيثم ، لا يكون مشكوكا فيها فحسب ، بل تكون قطعا غير متفقة والواقع ، لقد سبق ابن الهيثم كل هؤلاء ، ولزم علينا أن نؤكدها وننشرها(١) .

* * *

يرى ابن الهيثم فى جميع ظواهر الضوء مجموعة من الحوادث العالية ، التى تخضع لمجموعة من القوانين العلية ، ومعنى الحوادث هنا قريب جدا من المعنى الذى استعملها فيه متكلموا السنة ، حين أطلقوا كلمة الحوادث مفردها حدث ، وليس حادثة على الأعراض أو صفات المادة التى لا تدوم ، فالحوادث وحدات صغيرة جدا ليس لها حيز فى المكان أو اتصال فى الزمان .

فمهما كان سطح الصقيل ، مسطحا كان أو محدبا أو مقعرا أو اسطوانيا فان الضوء ينعكس فوق سطحه طبقا لقوانين علية هى قوانين الانعكاس ، أى زاوية السقوط تساوى زاوية الانعكاس، والشعاع الساقط والشعاع المنعكس والعمود على السطح عند نقطة السقوط تقع كلها فى مستوى واحد .

ومهما كان سطح الشفيف دائريا أو مسطحا أو غير ذلك فان الضوء حين ينفذ من شفيف الى شفيف آخر فانه يخضع لأحكام وقوانين علية ثابتة ، قد أوضحناها فى أبواب تالية ، والأجسام

---

(١) مصطفى نظيف .

المشفة يختلف شفيفها ، وكل نوع من أنواعها يختلف شـــفيفه ما سوى جسم الفلك ، وذلك أن الهواء يختلف شفيفه فمنه غليظ ومنه لطيف ، والغليظ كالضباب والدخان ، وما خالطه غبـــار أو دخان ، ومنه لطيف كالأهوية التى بين الجدران والهواء القريب من الفلك .

الضوء بحسب مذهب ابن الهيثم ليس بجوهر وليس بمادة ، بل هو شيء موجود بذاته ، هو مجموعة من حوادث ، تشرق الشمس فينتقل الضوء فى زمان ، ينتقل فى شفيف الفلك ثم ينعطف فى شفيف الهواء فنرى الكواكب فى وضع ظاهرى يدرسه ابن الهيثم ، ثم ينعكس فوق السطوح التى تعترضه وينعطف فى الماء وهكذا فهو مجموعة من حوادث يخضع لقوانين علية كما تخضع الموجودات والأجرام السماوية الى قانون على هو قانون الجاذبية .

وعلى هذا الأساس درس ابن الهيثم الحوادث التالية :

تعيين نقطة الانعكاس عن المرآة الكرية ــ وتعيين نقطة الانعكاس عن المرآة الاسطوانية ، وتعيين نقطة الانعكاس عن المرآة المخروطية ــ والخيالات التى ترى بالانعكاس ، وتفصيل أحوال الخيالات التى ترى فى المرايا الكرية ، وأحكام الانعطاف وما يتعلق بالانعطاف عند السطوح المستوية ــ وخيال النقطة المبصرة الذى يرى بالانعطاف ــ وخيالات المبصرات المدركة بالانعطاف عند السطح المستوى ــ والانعطاف عند السطوح الكرية وما يترتب على الانعطـــاف من الظواهر الجوية ــ والخيالات التى ترى بالانعطاف عند السطوح الكرية ــ درس كل هذا دراسة مستفيضة ووضع لها نظما ، كانت المرجع الأساسى فى عصر التنوير وعصر النهضة بأوروبا بل ان الأشكال الهندسية التى جعلها كوسائل ايضاح قد نقلت بحرفها عند « تيودوريق » « وروچر (١) باكون » « وروبرت جروستست » و « ڤيتلو » و « ديكارت » .

(١) انظر كتاب الدكتور كرومبى « أوجسطين الى جاليليو » .

ودراسات ابن الهيثم هذه ليس المجال لها هنا ، ويكفى أن نشير الى كتاب الأستاذ مصطفى نظيف لمن يطلب المزيد .

* * *

بقيت نقطة أخيرة لزاما علينا أن نذكرها ، لكى نبرز المنهج العلمى الذى اختطه ابن الهيثم فى بحوثه ، فنقول :

ان رجال المنهج العلمى ليختلفون — وما يزالون يختلفون الى يومنا هذا — أى المنهجين أولى فى البحث العلمى : الاستقراء الذى قصاراه نتائج محتملة الصدق ، أم الاستنباط الذى يضمن اليقين فى النتائج ، على شرط أن تكون مقدماته يقينية ، ولا تكون المقدمات كذلك الا اذا جاءت عن غير طريق الملاحظة الخارجية .

أى أنها تجىء عن طريق الادراك الحدسى المباشر من الداخل ، أم أنه لابد من الجمع بين هذا وذاك : فنلاحظ ظواهر الطبيعة أولا ، ثم نحدس بالعيان العقلى فرضا نفرضه لتفسير ما قد لاحظناه ، ثم نركن الى الاستنباط فى استخراج ما يلزم عن ذلك الفرض لزوما عقليا .

ان لكل من هذه الاتجاهات من يناصره ، ففرانسيس باكون (١٥٦١ — ١٦٢٦ م) مثلا نصير للملاحظة الخارجية وحدها ، انه بقصر البحث على المشاهدة أو التجـــربة والاكتفاء بجميع المشاهدات أو نتائج التجربة ، طريقة ضيقة محدودة ، لا نخطىء كثيرا اذا قلنا انها تجعل من العالم البحاثة آلة ترقب وتدون وتبوب وتفهرس ، وانها تهوى بالعلم من سموه الى الوصف المجرد من الخلق أو الابداع .

وديكارت (١٥٩٦ — ١٦٥٠ م) نصير للاستنباط العقلى وحده .
وچون ديوى (١٨٥٩ — ١٩٥٢) نصير للجمع بين الملاحظة الخارجية والاستنباط معا ، هذه الطرق فى البحث التى تعد من مبتكرات العصر الحـــديث قد أدركها ابن الهيثم فى القـــرن

الحادى عشر الميلادى ، فهو قد أدرك ضرورة الأخذ بالاستقراء ، والأخذ بالقياس ، والأخذ فى بعض البحوث بالتمثيل كتجاربه فى الانعكاس والانعطاف من الناحية الميكانيكية ، ثم ضرورة الاعتماد على الواقع الموجود ، على غرار المنوال المتبع فى البحوث العلمية الحديثـــة .

فابن الهيثم لم يسبق(١) « فرنسيس باكون » الى ادراك خطر عنصر الاستقراء فحسب ، بل سما عليه ، لأنه أدرك العنـــاصر الأخرى التى لم يدركها « باكون » من بعده ، وأيضا ابن الهيثم لم يطل فى الكتابة عن الطريقة المثلى فى البحث ، دون أن يقوم ببحث يصح أن يتخذ مثالا يهتدى به ، كما فعل « باكون » بل اكتفى بأن يلم بعناصرها فى قول موجز ، وانطلق يسلك سبيلها فى بحوثه ودراساته عملا و فعلا .

(١) مصطفى نظيف .

فكرة الدالة عند ابن الهيثم

اقتبست الحياة العامة استعمال كلمة دالة بمعناها الشائع الذى يستعمل فى الرياضيات ، مثال ذلك أن نقول « ان مزاج الانسان دالة هضمة » نكون قد استعملنا الكلمة بمعناها الرياضى نفسه ، ويكون المقصود بها ، امكان تحديد قاعدة تنبؤنا عن حالة مزاجه اذا علمنا حالة هضمه ، فالفكرة سهلة فى حد ذاتها ، وما علينا الا أن نرى كيفية تطبيقها فى الرياضيات على الأعداد المتغيرة .

ولنبدأ بأمثلة محسوسة :

فاذا سار قطار بسرعة منتظمة قدرها عشرون ميلا فى الساعة، فالمسافة ف التى يقطعها خلال أى عدد من الساعات ، وليكن ن تحسب بموجب المعادلة .

ف = ٢٠ ن

فيقال ان ف هى دالة للزمن ن .

فاذا تغير الزمن ن تغيرت المسافة .

ودالة الجسم الساقط من حالة السكون هى :

ف = ½ حـ ن^{٢} ، ½ حـ ن^{٢}

حيث حـ هى العجلة الأرضية ، والمسافة هنا دالة لمربع الزمن ن .

كل هذه دوال خاصة ، ولكن الرياضيات بحكم الطبع تنزع الى تعميم أساليبها ، فهى ترمز الى الفكرة العامة لكل دالة بالرمز .

ص = د (س)

فالدالة ليست الا نوعا من الرابطة بين متغيرين ، فاذا تغيرت قيمة س تغيرت قيمة ص تبعا لها .

ولم تظهر الدالة فى الرياضيات الاغريقية الا لماما ، ذلك لأن روح هذه الحضارة انما يتصورها اليونانى وكأنها صادرة مباشرة عن رمزه الأولى ، رمز الجسم المنعزل الحاضر ، رمز الوجود على صورة نقط يسود بينها الانسجام ، والمكان على هيئـــة المكان الأوقليدى .

بينما نجد ابن الهيثم فى تصوره الرياضى فى التحليل والتركيب أو فى تصوره للضوء ذا ارادة متجهة أو قوة روحية تسودها ارادة ذات اتجاه ، وهذا ما عناه بلمية الضوء .

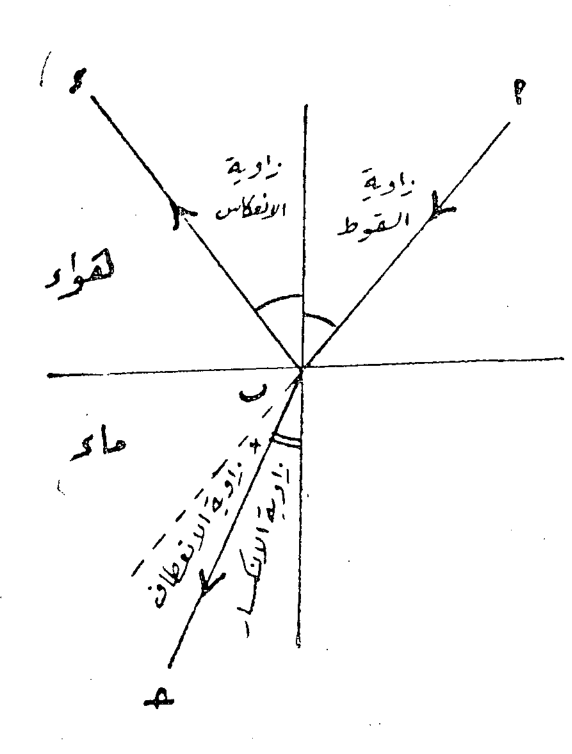
لذلك نجد أن أوقليدس عند دراسته لعلم المناظر ، انما يدرس هذا العلم على أساس أن الضوء انما يسير فى خطوط مستقيمة يغلب عليها السكون ، وهى مكونة من نقط يسود بينها الانسجام ، وأشعة الضوء فى سقوطها وانعكاساتها ، تحدث زوايا ذات مقادير ، وأن زاوية السقوط تساوى زاوية الانعكاس اذا ما انعكست فوق سطح صـــقيل .

هذا هو الشطر الأول من قانون الانعكاس .

وظهرت بادرة من بوادر الدالة عند بطليموس حينما توصل الى ايجاد زوايا الانكسار للأشعة الضوئية اذا ما نفذت من وسط شفيف الى وسط مشف آخر أى من الهواء الى الماء مثلا حسب الشكل التـــالى .

فالشعاع أ ب الساقط فى الهواء على سطح الماء عند ب ينكسر الى ب جـ داخل الماء ، وينعكس على السطح الفاصل الى ب د .

وزاوية السقوط تساوى زاوية الانعكاس .



كل ما عمله بطليموس هو قياس زوايا الانكسار فى الماء ، المقابلة لزوايا سقوط فى الهواء الفرق بين كل واحدة منها عشر درجـــات أى ١٠° ، ٢٠° ، ٣٠° ، ... ٩٠°

ويحدثنـــــا البرت ليجين "Albert Legeune" فى بحثــه عن جـــداول الانكسار لبطليموس الذى نشره فى مجلة الجمعيـــة العلمية ببروكسل عـــام ١٩٤٦ أن بطليمـــوس اســـتطاع أن يحســـب العـــــلاقة بين زوايا الانعكاس وزوايا الانكسار ، وايجاد الفروق بينها طبقـــا للجدول التالى :

زاوية السقوط	١٠°	٢٠°	٣٠°	٤٠°	٥٠°	٦٠°	٧٠°	٨٠°
زاوية الانكسار	٨	١٥½	٢٢½	٢٩	٣٥	٤٠½	٤٥½	٥٠
الفروق	٧½	٧	٦½	٦	٥½	٥	٤½	

ومن هذا الجدول يتضح لنا أن الفروق الثانية أى (٧ ــ ٧½) وهكذا = ــ ½° وهى كمية ثابتة فى جميع الحالات .

ويرى « البرت ليجين » أن هذا الحساب من جانب بطليموس لم يأت جزافا ، وانما قصد منه الوصول الى علاقة بين متغيرين هما زاوية السقوط وزاوية الانكسار ، أو حسب تعبيرنا الحالى :

زاوية الانكسار هى دالة لزاوية السقوط .

ويظهر ذلك جليا اذا ما استكملنا الصفوف الأولى من جدوله هكذا .

زاوية السقوط	صفر	١٠°	٣٠°	....
زاوية الانكسار	صفر	٨	١٥ ١/٢	....
الفروق		٨°	٧ ١/٢°	٧°

فعندما يكون الشعاع الساقط عموديا أى عندما تكون زاوية السقوط صفرا فان الشعاع النافذ فى الماء لا ينكسر بل يستمر فى طريقه دون أن يعانى انكسارا .

وسار ابن الهيثم على هذا النهج بل توسع فيه ، ولكنه اتجه الى قياس زوايا الانعطاف بدلا من زوايا الانكسار ، وابتكر أجهزة متنوعة على غاية من الدقة لهذه القياسات لم يسبقه أحد من قبل اذ استخدم صفيحة ذات ثقب لكى يعزل الأشعة الساقطة المتفرقة الى حزمة ضيقة محددة السير والهدف .

ويقول فى مخطوطه المقالة السابعة من المناظر ما نصه :

« فتبين من جميع ما بيناه بالاعتبار (أى التجارب) وبالقياس أن كل ضوء فى جسم مضىء ، ذاتيا كان الضوء أو عرضيا ، قويا كان الضوء أو ضعيفا ، فان كل نقطة منه (أى من الجسم) يمتد منها ضوء ، فى الجسم المشف المماس لها ، على كل خط مستقيم يصح أن يمتد منها ، هواء كان الجسم المماس لها أو ماء أو حجرا مشفا .

واذا صادفت الأضواء الممتدة فى الجسم المماس للضوء الذى هو مبدؤها جسما مخالف الشفيف لشفيف الجسم الذى

هى فيه ، فان ما كان منها على خطوط قائمة على سطح الجسم الثانى امتد على استقامته فى الجسم الثانى ، وما كان منها على خطوط مائلة على سطح الجسم الثانى انعطف فى الجسم الثانى ولم ينفذ على استقامته ، وامتد فى الجسم الثانى على سموت خطوط مستقيمة غير الخطوط الأولى التى كان ممتدا عليها فى الجسم الأول » .

وفى موضع آخر مقالته السابعة ينص على أحكام الكيف فى الانعطاف هكذا :

« ان كل ضوء ينعطف من جسم مشف الى جسم آخر ، فان انعطافه أبدا يكون فى السطح القائم على سطح الجسم الثانى على زوايا قائمة » .

هذا الحكم لم يكن معروفا لدى بطليموس فى كتابه « المناظر » (أوبطيقا) فانه من المتفق عليه باجماع الآراء أن ابن الهيثم قد زاد على ما كان يعلمه السابقون النص الصريح على معنى القانون الذى يعرف الآن بقانون الانكسار الأول ، وهو الذى ينص على أن الشعاع الساقط والعمود من نقطة السقوط والشعاع المنعطف فى مستوى واحد .

وابن الهيثم فى النص على هذا المعنى قد أدرك حقا خطورته ، وأدرك أنه ركن أساسى بصرف النظر عن شكل السطح المماس سواء كان مسطحا أو كريا كما أثبت ذلك فى تجاربه المتعددة .

ثم يستطرد ابن الهيثم قائلا :

« وان كان الجسم الثانى أغلظ من الجسم الأول ، فان الانعطاف يكون الى جهة العمود الخارج من موضع الانعطاف ، القائم على سطح الجسم الثانى على زوايا قائمة ، ولا ينتهى الى العمود ، وان كان الجسم الثانى ألطف من الجسم الأول فان الانعطاف يكون الى ضد الجهة التى فيها العمود الخارج من

موضع الانعطاف القائم على سطح الجسم الثانى على زوايا قائمة ، على اختلاف أشكال سطوح الأجسام المشفة .

وان الضوء اذا انعطف من جسم مشف الى جسم ثان مشف ومن جسم ثان الى جسم ثالث ، فانه ينعطف أيضا عن سطح الجسم الثالث اذا كان الجسم الثالث أغلظ من الجسم الثـــانى كان انعطاف الضوء الى جهة العمود الخارج من موضع الانعطاف القائم على سطح الجسم الثالث على زوايا قائمة ، وان كان الجسم الثالث ألطف من الجسم الثانى كان انعطاف الضوء الى ضد الجهة التى فيها العمود ، وكذلك ان انعطف الضوء الى جسم رابع وخامس وأكثر من ذلك » .

ان هذه الأحكام وان كانت وصفية وكيفية ولكنها تحمل فى أركانها علاقات بين متغيرات كثيرة ربطها ابن الهيثم ربطا وثيقا يمسكها السمط فى صورة نظام تتحكم فيه قوانين ثابتة لكل زمان ولكل مكان .

* * *

والناحية الكمية من بحوث ابن الهيثم تشمل قياس زوايا الانعطاف المقابلة لزوايا سقوط معينة عند نفوذ الضوء من الهواء فى الماء ومنه فى الزجاج وبالعكس ، وعند نفوذه من الزجاج فى الماء أيضا ، وقد راعى فى الأحوال التى اعتبر فيها بالزجاج الانعطاف عند السطح المستوى وعند الســــطح الكرى بل وضمن بحوثه اعتبارات فى الانعطاف عند السطح الاسطوانى أيضا .

وبحوثه الكمية هذه لا تختلف من حيث الفكرة الأساسية التى أنبنت عليها عن البحوث الوصفية التوضيحية السابقة ، ولكنها تمتاز فى أن ابن الهيثم راعى فيها تخير الأوضاع التى كفلت له قياس الزوايا التى أراد قياسها وحاول أن يتخذ قياسها وسيلة الى كشف العلاقة بين زاوية السقوط وبين زاوية الانعطاف ،

وبمعنى آخر أراد اثبات أن زاوية الانعطاف ما هى الا دالة لزاوية السقوط .

وبحوث ابن الهيثم تتلخص فى ثلاث أنواع من التجارب :

فالنوع الأول خاص بانعطاف الضـــوء عند نفوذه من الهواء فى الماء .

والنوع الثانى خاص بانعطاف الضوء فى كل من الوسطين الهواء والزجاج ، والزجاج والماء اذا كان السطح الفاصـــل بين الوسطين مستويا .

والنوع الثالث خاص بانعطاف الضوء فى كل من الوسطين المذكورين اذا كان السطح الفاصل بينهما كريا أو اسطوانيا .

واستطاع ابن الهيثم تعيين مقـادير زوايا الانعطاف وهى الزوايا التى يحيط بها امتداد الخط الأول الذى يمتـــد عليه الضوء فى الجسم الأول والخط الذى يمتد عليه فى الثانى .

وجعل المقادير تتفاضل بينها زوايا السقوط عشر درجات ، أى ٢٠ ، ٣٠ ، ٤٠ ، ٥٠ ، ٦٠ ، ٧٠ ، ٨٠ درجة .

وابن الهيثم يعقب على شرحه هذا الأمر قائلا بلفظه :

« وان أحب المعتبر (أى صاحب التجربة) أن يعتبر الزوايا خمسة أجزاء خمسة أجزاء ، فعل ذلك على مثل ما تقدم شرحه ، وان أحب أن يعتبر ما هو أدق من خمسة أجزاء فعل ذلك على الترتيب الذى رتبناه » .

وأكبر الظن أن ابن الهيثم اكتفى فى بحوثه بالاعتبـــــار بالزوايا التى تتفاضل بعشر درجات فعشر .

لم تكن التجارب التى قام بها هينة يسيرة ، ولم تكن الأجهزة التى استخدمها فى هذه التجارب فى متناول اليد كما هو الحال

اليوم حيث الحصول عليها من مصانع انتاجها سهل وميسور ،
بل كان على ابن الهيثم أن يصنعها بنفسه أو تحت ارشـــاده ،
ثم يقوم بتدريجها بنفسه تدريجا دقيقا لا يشوبه الخطأ ، كما كان
عليه أن يعد الأجزاء الاضافية كقطع الزجاج المختلفة الأشكال
بالأبعاد التى يجب أن تكون عليها وصقل هذه القطع صقلا تاما ،
كل ذلك وما اليه ليس من الأمور الهينة .

والذى (١) يدعو الى التقدير والاعجاب أن الصـــعوبات
العملية فى هذه البحوث لم تعجزه عن المضى فيها ، ومتابعتها الى
استنباط الأحكام التى قررها ، والتى نجدها بوجه عام فى حدود
التجارب التى أجراها والمواد المشفة التى اعتبرها ، صحيحة ،
أصلح وأتم من الأحكام التى تنسب سواء بحق أو بغير حق الى
بطليموس ، بل ان « فيتـــلو » القس البولونى ، و « كپلر » قد
استعانا بمثل هذه الأجهزة فى بحوثهما ، وقد ذكرها « فيديريكس
رزنر » : "Federicus Rsner" فى كتابه الذى نشر فى مدينة بازل
بسويسرا عام ١٥٧٢ م .

بل ان مكتبة « جاليليو » الخصوصية والتى تركها بعـد
وفاته كانت بها نفس النسخة كما يقول البـــاحث الايطالى
« أنطونيو فاڤرو » .

وكتاب الذخيرة فى البصريات "Opticae thesaurus" « لرزنر »
يحتوى على ثلاثة أبواب هى :

١ ــ كتاب الحسن بن الهيثم .

(1) Alhazeni Arabis libre Septem .

(2) Eisisdem liblr de Crepusculis et nubium ascensionibus .

(3) Vitellonis Thuringopoloni libri .

٢ ــ كتاب فيتلو .

---

(١) مصطفى نظيف .

وقد لخص ابن الهيثم النتائج التى استنبطها من اعتباراته المذكورة فى الجزء الأخير من الفصل الثالث من مقالته السابعة فى المناظر ، ونورد فيما يلى هذه النتائج كما ذكرها بلفظه ، وهى مقسمة الى ثمانية أقسام كالآتى(١) :

الحكم الأول :

« كل زاويتين يحيط بكل واحدة منهما الخط الأول الذى امتد عليه الضوء والعمود الخارج من موضع الانعطاف ، القائم على سطح الجسم المشف على زوايا قائمة ، يكونان فى جسمين بأعيانهما مشفين ، وتكون الزاويتان مختلفتين ، فان زاوية الانعطاف عن الزاوية العظمى منهما تكون أعظم من زاوية الانعطاف عن الزاوية الصغرى » .

وتفسير هذا الحكم بأسلوب الوقت الحاضر ، أن مقادير زوايا الانعطاف تختلف بحسب مقادير زوايا السقوط لكل وسطين ، وكلما عظمت زاوية السقوط عظمت زاوية الانعطاف وبالعكس .

ومعنى ذلك أن زاوية الانعطاف هى دالة لزاوية السقوط .

الحكم الثانى :

« وتكون زيادة زاوية الانعطاف (أى الأولى) على زاوية الانعطاف (أى الثانية) أقل من زيادة الزاوية العظمى التى يحيط بها الخط الأول والعمود ، على الزاوية الصغرى التى يحيط بها الخط الأول والعمود » .

هذا الحكم يتضح من الجدول الذى ذكره بطليموس فى قراءاته فاذا كانت زاوية السقوط ٥٨٠ كانت زاوية الانعطاف ٥٣٠

(١) نفس المرجع .

واذا كانت زاوية السـقوط ٧٠ْ كانت زاوية الانعطاف ٢٤½ْ
والفرق بين زاويتى الانعطاف ٥½ْ وبين زاويتى السـقوط
(٨٠ – ٧٠) أى عشرة ومعنى هذا .

أنه اذا زادت زاوية السـقوط بمقدار معين زادت زاوية
الانعطاف بمقدار أصغر ، ففرق زاويتى السقوط ١٠ْ وفرق
زاويتى الانعطاف ٥½ْ .

وهذا الحكم لا يصح على وجه الاطلاق الا اذا كان الانعطاف من
وسط لطيف فى وسط غليظ ، وقد اعترض الفارسى فى التنقيح
عليه ، ولربما يبدو أول وهلة أن من التعنت القول بأن ابن الهيثم
أراد به حكما عاما يشمل أيضـا أحوال الانعطاف من الوسط
الغليظ فى الوسط اللطيف لولا أنه قد طبقه فى أحد بحوثه فى خيال
النقطة التى ترى بالانعطاف من الوسط الغليظ فى الوسط
اللطيف .

الحكم الثالث :

« وتكون نسبة زاوية الانعطاف عن الزاوية العظمى الى الزاوية
العظمى ، أعظم من نسبة زاوية الانعطاف عن الزاوية الصـغرى
الى الزاوية الصغرى » .

ينص هذا الحكم على أن نسبة زاوية الانعطاف الى زاوية
السقوط لوسطين معينين ليست ثابتة بل تزداد تبعا لزيادة
زاوية السقوط ، وقد كان من المتواتر أن بطليموس ذهب الى
القول بثبوت نسبة زاوية الانعطاف الى زاوية السقوط ، ومن
المعلوم الآن كما قال ابن الهيثم أن هذه النسبة ليست ثابتة ،
وانها تزداد كلما زادت زاوية السقوط ، وان كان معدل زيادتها
ليس هو الآخر ثابتا .

الحكم الرابع :

« ويكون الباقي بعد زاوية الانعطاف من الزاوية العظمى أعظم من الباقي بعد زاوية الانعطاف من الزاوية الصغرى » .

والحكم الرابع معناه أن زاوية الانكسار تزيد تبعا لزيادة زاوية السقوط ، وهذا الحكم لا شبهة فيه ، وكان الأولى به من وجهة نظرنا الحديثة أن يسبق أحكامه الأخرى ، فالحكم العام الذى يتضمن جميع الأحكام الخاصة بعلاقة زاوية السقوط بزاوية الانعطاف وبزاوية الانكسار هو الذى ينص على العلاقة الصحيحة بين زاويتى السقوط والانكسار أو بين زاويتى العطف والباقية بحسب الاصطلاح القديم .

ولكن ابن الهيثم لم يوجه عنايته الى زاوية الانكسار بل وجهها الى زاوية الانعطاف،وعنى بأن ينص على العلاقة بين زاويتى السقوط والانعطاف ، فلم يوفق الى الكشف عن قانون عام يتضمن فى صيغة موجزة بسيطة هذه العلاقة على تصاريف الأحوال .

ومما يدل على انصراف ابن الهيثم عن العناية بزاوية الانكسار أن حكمه الرابع هو الوحيد بين أحكامه العدة ، الذى عنى أن يذكر فيه شيئا يتعلق بهذه الزاوية .

الحكم الخامس :

« وتوجد زاوية الانعطاف اذا كان الضوء خارجا من الجسم الألطف الى الجسم الأغلظ أبدا ، أقل من نصف الزاوية التى يحيط بها الخط الذى امتد عليه الضوء الى موضع الانعطاف والعمود الخارج من موضع الانعطاف » .

الحكم السادس :

« واذا كان الضوء خارجا من الجسم الأغلظ الى الجسم الألطف كانت زاوية الانعطاف (أقل من) نصف مجموع الزاويتين » .

هذان الحكمان ينصان على أن الوسط الثانى اذا كان أغلظ

كانت زاوية الانعطاف أبدا أقل من نصف زاوية السقوط ، واذا كان ألطف كانت زاوية الانعطاف أقل من نصف مجموع الزاويتين » .

والحكمان فى الحقيقة مرتبطان أحدهما بالآخر ، وما يقال على أحدهما يمس الآخر ، وابن الهيثم يطلق حكميه الخامس والسادس اطلاقا ، وليس يصح اطلاقهما اطلاقا تاما على الصورة التى أرادها .

فالحكم الخامس يؤدى الى القول بأن زاوية الانكسار تكون أعظم من نصف زاوية السقوط اذا كان الانعطاف فى الوسط الأغلظ ، وطبقا للحكم السادس تكون زاوية الانعطاف أصغر من زاوية السقوط اذا كان الانعطاف فى الألطف ، وبما أن زاوية الانكسار فى هذه الحالة هى مجموع زاويتى السقوط والانعطاف فان حكم ابن الهيثم السادس معناه كما أشار الى ذلك الفارسى أن زاوية الانكسار تكون أصغر من ضعف زاوية السقوط اذا كان الانعطاف فى الوسط الألطف ، ويتفق ومدلول الخامس كما تقضى بذلك قاعدة العكس .

ومن المرجح أن قصور هذين الحكمين قد أخفى عن ابن الهيثم أمرا من أهم أمور الانعطاف ، فاذا كانت زاوية الانعطاف فى الأغلظ أقل أبدا من نصف زاوية السقوط فى الألطف فمؤدى هذا أن زاوية الانعطاف تقترب قيمتها من نصف القائمة كلما اقتربت قيمة زاوية السقوط فى الألطف من القائمة ، فتكون الزاوية التى نسميها الآن الزاوية الحرجة نصف قائمة ، أو بالأحرى لا تتجاوز هذا القدر ، ونحن ان لم نجد من أقوال ابن الهيثم قولا صريحا يفيد أنه يرى هذا الرأى فاننا لم نجد له أيضا قولا يمس معنى الزاوية الحرجة أو ظاهرة الانعكاس الداخلى الكلى المرتبطة بها .

ويلاحظ أن تتالى بعض الآراء وتدرجها فى بعض بحوثه ، وان كانا يقضيان فى الأحوال المعتادة الى المساس بمعنى الزاوية الحرجة ، فانه لم يتعرض الى هذا المعنى ولم يدل فيه برأى .

الحكم السابع :

« اذا كانت زاويتان متساويتان يحيط بكل واحدة منهما الخط الأول الذى امتد عليه الضوء والعمود الخارج من موضع الانعطاف ، احداهما بين الجسم الألطف وبين جسم أغلظ منه ، والأخرى بين ذلك الجسم الألطف بعينه وبين جسم أغلظ من الجسم الغليظ الأول ، فان زاوية الانعطاف التى فى الجسم الأكثر غلظا تكون أعظم من زاوية الانعطاف التى فى الجسم الأغلظ الذى هو أقل غلظا » .

الحكم الثامن :

« كذلك ان كان الانعطاف من الجسم الأغلظ الى الجسم الألطف تكون أبدا زاوية الانعطاف التى من الجسم الأغلظ الى الجسم الألطف ، الذى هو أشد لطفا ، أعظم من زاوية الانعطاف التى من ذلك الجسم الأغلظ بعينه الى الجسم الألطف الذى هو أقل لطفا » .

* * *

تلك هى أحكام ابن الهيثم الثمانية كما هو منصوص عنها فى المجمل الوارد فى ختام الفصل الثالث من مقالته السابعة من كتاب المناظر .

ولابن الهيثم حكم تاسع (١) أورده ضمن أقواله فى شرح تجاربه الكمية فى انعطاف الضوء من الهواء فى الزجاج وانعطافه من الزجاج فى الهواء ، وهذا الحكم معناه أن الشعاع النافذ من وسط لطيف الى وسط غليظ اذا نفذ فى الوسطين نفسيهما فى الاتجاه المضاد أى من الغليظ الى اللطيف ، وكانت زاوية السقوط فى الحالة الثانية هى عين زاوية الانكسار فى الأولى كانت زاوية

(١) مصطفى نظيف .

انعطافه فى الحالتين واحدة ، أو بالأحرى كان خط مسيره فيهما هو هو .

ولكن ابن الهيثم لم يذكر هذا الحكم مرفقا بأحكامه الثمانية التى فصلناها آنفا ، وان هو قد اتخذه فى مواضع أخرى من كتابه أساسا بنى عليه شرحه كيفية ادراك المبصرات بالانعطاف .

وقد عنى كمال الدين الفارسى بأن يودع هذا الحكم صراحة ضمن أحكام ابن الهيثم الكمية فى الانعطاف ، والفارسى فى هذا الصدد لم يتقيد فى عرض هذه الأحكام بألفاظ ابن الهيثم كما هى واردة فى أصول المناظر ، وان هو لم يخرج فيها عن المعانى التى قصدها ابن الهيثم نفسه فقد تصرف فى عرضها كثيرا وصاغها فى صيغ من عنده تختلف عن صيغها الأصلية .

وقد ذكر الفارسى هذا الحكم التاسع فى موضعين من كتابه التنقيح أحدهما فى صدد أقواله عن أحكام الكم فى الانعطاف والآخر فى صدد كيفية ادراك المبصرات بالانعطاف ، وصاغه فى الموضعين فى صيغتين مختلفتين .

ففى الموضع الأول قال الفارسى :

« زاوية الانعطاف التى يقتضيها عطفيته من جسم ألطف فى مخالف ، مثل التى يقتضيها عطفيته من المخالف فى الجسم الأول اذا كانت العطفية فى الثانى مثل الباقية فى الأول » .

وفى الموضع الثانى قال :

« اذا كانت نقطتان مضيئتان فى الجسمين فان السمتين اللذين يمتد عليهما ضوء الأول الى الثانية هما اللذان يمتد عليهما ضوء الثانية الى الأولى » .

ولعل النص الثانى أوضح فى أداء المعنى وأبين .

وهذا الحكم التاسع صريح فى تضمنه معنى القاعدة المعروفة

الآن « بقاعدة قبول العكس » فيما يتعلق بالانعطاف ، ولا شك فى أن ابن الهيثم قد أدرك معنى هذه القاعدة فيما يتعلق بالانعكاس ، وحسبه تعبيراته الشائعة فى مباحث الانعكاس كقوله « النقطتين المتعاكستين » وقوله « النظيرين » .

وان كانت قاعدة قبول العكس فيما يتعلق بالانعكاس يستلزمها قانون الانعكاس بشطريه المعروفين فهى فيما يتعلق بالانعطاف مرتبطة بمعنى « معامل الانكسار » وثبوته لكل وسطين معينين ، وهذان المعنيان مرتبطان بثبوت نسبة جيب زاوية السقوط الى جيب زاوية الانكسار لكل وسطين ، وثبوت هذه النسبة ظل مجهولا الى أوائل القرن السابع عشر حتى ثبت على يد (سنل) كما سنوضحه فيما بعد .

فورود هذا الحكم التاسع — الذى ارتضيناه حكما — فى كتاب المناظر ، يثبت لابن الهيثم فضل السبق الى ادراك معنى قاعدة قبول العكس ادراكا تاما فى حالتى الانعكاس والانعطاف ، والحكم التاسع هو حكم عام يرتبط به الحكمان الخامس والسادس بحيث اذا صح أحدهما لزم الآخر .

***

يقول الدكتور « كرومبى » الأستاذ بجامعة كمبردج الآن أن ابن الهيثم امتنع عن اثبات مقادير زوايا الانعطاف لكل زوايا السقوط التى ذكرها ، وأن أحكامه كيفية ، فى حين أن « ڤيتلو » قد ذكر هذه المقادير بعد أن استعان بأجهزة القياس التى استخدمها ابن الهيثم : قال كرومبى هذا فى كتابه الموسوعى « من أوجستين الى جاليليو » .

ان ابن الهيثم لم يكن من ذلك الطراز من الرجال الذين ينقلون أعمال الغير ، انه لم ينقل جداول الانعطاف لبطليموس كما فعل (ڤيتلو) ثم غير وبدل فيها لكى تتمشى مع قاعدة العكس التى

سردها هذا الأخير حين رأى أن مقدار الانعطاف لزاوية سقوط قدرها عشر درجات هو ٢/٤ ٥ من الهواء الى الماء ، وانه اذا كانت زاوية السقوط من الماء ــ هواء هى ٥١٠ درجات فان الانعطاف فى الهواء بعيدا عن العمود لا بد أن يصبح ١٢/٤ ٥ ، وهذا قول خاطىء فى القذائف الضوئية ، اذ كيف يكون التصور بأن زاوية الانكسار تصبح ٥١١٠ اذا كانت زاوية السقوط ٥٨٠ ! ، ويقول مؤرخ العلم البلجيكى « ليبجين » أن ڤيتلو قد نقل جـــداوله من بطليموس باعتبارها مصدرا لا يناقض ، ولو أن بطليموس نفسه لم يقصد ربط المتغيرات فى دالة بادىء ذى بدء .

ان ابن الهيثم كان نمطا فريدا طابعه التشكك فى أعمال من سبقوه ، فهو يقوم باجراء التجارب بنفسه لأنه يطاب الحق لذاته ، ومن غير المعقول أن يتوصل الى تلك الأحكام العامة دون قياس زوايا الانعطاف فى جهازه الخاص الذى ابتكره .

يقول ابن الهيثم فى مقدمة مخطوطه « شكوك بطليموس » .

« الحق مطلوب لذاته ، وكل مطلوب لذاته فليس يعنى طالبه غير وجوده ، ووجود الحق صعب ، والطريق اليه وعر ، والحقائق منغمسة فى الشبهات ، وحسن الظن بالعلماء طباع فى جميع الناس .

فالناظر فى كتب العلماء اذا استرسل مع طبعه ، وجعل غرضه فهم ما ذكروه ، وغاية ما أوردوه ، وحصلت الحقائق عنده ، وهى المعانى التى قصدوها والغايات التى أشاروا اليها ، وما عصم الله العلماء من الزلل ، ولا حمى علمهم من التقصير والخلل .

ولو كان ذلك كذلك لما اختلف العلمـــاء فى شىء من العلوم ، ولا تفرقت آراؤهم فى شىء من حقائق الأمور ، والوجود خـلاف ذلك ، فطالب الحق ليس هو الناظر فى كتب المتقدمين المسترسل مع طبعه فى حسن الظن بهم ، وطالب الحق هو المتهم بظنـــه منهم ،

المتوقف فيما يفهمه عنهم المقنع الحجة والبرهان ، لا قول القايل الذى هو انسياق المخصوص فى جبلته بضروب الخلل والنقصان .

والواجب على الناظر فى كتب العلوم ، اذا كان غرضه معرفة الحقائق أن يجعل نفسه خصما لكل ما ينظر فيه ، ويجيل فكره فى متنه ، وفى جميع حواشيه ، ويخصمه من جميع جهاته ونواحيه ، ويتهم أيضا نفسه عند خصامه ، ولا يتحامل عليه ، ولا يتسمح فيه ، فانه اذا سلك هذه الطريق انكشفت له الحقائق ، وظهر ما عساه وقع فى كلام من تقدمه من التقصير والشبهة » .

ذلك هو الدستور الذى وضعه ابن الهيثم نصب عينيه ، ومن بحوثه التى امتازت بالعمق ودقة التجربة نحن نصدقه فيما يقول ، ونكذب القس البولونى « ڤيتلو » وهو المبتدىء فى علوم البصريات ، ونكذب « كپلر » فيما ادعاه بأن « ڤيتلو » هو الينبوع الأصلى لهذه العلوم ، ونكذب « كرومبى » فيما ادعاه على ابن الهيثم من عدم قيامه بقياس زوايا الانعطاف .

نهج ابن الهيثم فى الضوء

ينبوع لديكارت ونيوتن

يقال لحادثين تاريخيين أنهما متعاصران ، اذا كانا ، كل فى حضارته الخاصة ، يظهران الدقة فى أحوال واحدة نسبيا ؛ ويكون لهما بالتالى معنى مناظر تماما ، فاذا قد ثبت أن تطور الرياضيات والفيزيقا فى الحضارة الأغريقية ثم فى الحضارة الاسلامية ، وتطورها فى الحضارة الغربية متفق تمام الاتفاق ، فان من الممكن اذن أن نقول ان (بطليموس وابن الهيثم) ، (وفيثاغورس وديكارت) ، (وأفلاطون ولاپلاس) ، (والبيرونى ونيوتن) ، كل منهما متعاصر مع الآخر .

ويرى ديكارت أن تفسير الطبيعة دعامته النهج الهندسى ، فالمادة فى اعتقاده ليست الا الامتداد فى الأقطار الثلاثة ولاشىء غير ذلك ، وهى جوهر ممتد فى الطول والعـــرض والعمق ، أما المكان الذى يسميه المحل الداخلى ، والجسم فى ذلك المكان ، فهما لا يختلفان الا بالذهن .

ان الامتداد عينه فى الطول والعرض والعمق الذى يكون المكان يكون الجسم أيضا ، والفرق الوحيد بينهما ينحصر فى أننا نحمل على الجسم امتدادا خاصا ، فان الجســـم هو للمكان الذى هو محوى به ما النوع للجنس ، ثم هو يجزم بقبول المادة للتجزئة الى اللانهـــاية .

ولأن المادة والامتداد شيء واحد فهو ينكر وجود الخــــلاء ، ويتصور المكان كله مملوءا مادة لا ندركها بالحس لدقتها ولطافتها ولكنها تحمل الينا آثار الأفعال الطبيعية ، ومن هذه الآثار ما نسميه الضوء ، فالضوء فى نظره ليس الا ضغطا تحسه العين ، مصدره الجسم المضيء وواسطة انتقاله المادة اللطيفة ، ولأن المكان كله ملاء ، فهذه المادة اللطيفة لا تقبل الانضغاط والانكماش ، أى هى عارية عن صفة المرونة ، واذن ينتقل فعل الضوء من الجسم المضيء الى العين فى غير زمان ، مهما تكن المسافة بينهما ، وذلك كما يتحرك طرف العصا فى نفس اللحظة التى يتحرك فيها طرفها الآخر ، وكما يتحسس الضرير طريقه بالعصا فى التو .

أما ابن الهيثم فبالرغم من أنه يتبع النهج الهندسى فى تفسير الضوء ، الا أنه يرى أنه طالما أن للضوء وجودا فى ذاته ، وأن صورته يقبلها الجسم المشف قبول تأدية من مكان الى آخر ، فان انتقال الضوء فى الوسط المشف لا يكون آنيا ، أى دفعة واحدة وفى غير زمان ، بل يستغرق زمانا محدودا بسرعة محددة .

وهو فى (١) مقالته الثانية فى المناظر فى أثناء شرحه كيفية ادراك البصر للضوء يوضح أن الآن الذى عنده يقع الادراك ليس هو الآن الذى عنده يصل الضوء الى سطح البصر ، ويستدل على ذلك بوصول الضوء من المنافذ والثقوب التى يدخل منها الى الأجسام المقابلة للمنافذ والثقوب ، ويقول بصريح العبارة :

« اذا كان الثقب مستترا ثم رفع الساتر ، فوصول الضوء من الثقب الى الجسم المقابل ليس يكون الا فى زمان وان كان خفيا عن الحس » .

وهو فى شرح هذا المعنى يقول :

---

(١) مصطفى نظيف .

« لأن مصدر الضوء من الثقب الى الجسم المقابل للثقب ليس يخلو من أحد أمرين ، اما أن يكون الضوء يحصل فى الجزء من الهواء الذى يلى الثقب قبل أن يحصل فى الجزء الذى يليه ثم فى الجـــزء الذى يليه ، ثم فى الجزء الذى يلى ذلك الجزء من الهواء ، الى أن يصل الى الجسم المقابل للثقب ، واما أن يكون الضوء يحصل فى جميع الهواء المتوسط بين الثقب وبين الجسم المقابل للثقب ، وعلى الجسم نفسه المقابل للثقب دفعة واحدة ، ويكون جميع الهواء يقبل الضوء دفعة لا جزء منه بعد جزء .

فاذا كان الهواء يقبل الضوء جزءا بعد جزء ، فالضوء انما يصل الى الجسم المقابل للثقب بحركة ، والحركة ليست تكون الا فى زمان، وان كان الهواء يقبل الضوء دفعة واحدة ، فان حصول الضوء فى الهواء بعد أن لم يكن فيه ضوء ، ليس يكون الا فى زمان وان خفى عن الحس » .

ولكنه يشرح هذا الأمر الأخير على أساس أن رفع الساتر عن الثقب يستغرق زمانا ، وأن الساتر لا ينكشف عن شىء من الثقب له مساحة الا فى زمان ، وأنه ليس يصير الضوء من الهواء الذى فى خارج الثقب الى الهواء الذى فى داخل الثقب الا فى زمان .

عند ديكارت مادة الهواء ممتدة من الثقب حتى السطح المقابل للثقب حيث يرى الضوء منعكسا كعصا الضرير ، اذا لمس الضوء طرفها ، ظهر الضوء فى الطرف الآخر فى التو دون زمان ، أما ابن الهيثم فانه يرى أن للضوء حركة وسرعة ، فانتقاله يكون فى زمان .

نهجان ميتافيزيقيان متماثلان ، ولكنهما متناقضان فى النتيجة.

وتحقق الحدس الذهنى لابن الهيثم قبل الربع الأخير من القرن السابع عشر ، عندما استدل « رومر » من مشاهداته الفلكية أن الفترة الزمنية بين رؤية خسوفين متتاليين لأحد أقمار المشترى ليست ثابتة بل تتغير تغيرا دوريا ، تكاد تكون مدته عاما ، ثم حققت

التجارب بعد ذلك فى منتصف القرن التاسع عشر أن للضوء سرعة مقدارها ٣٠٠ ألف كيلومتر فى الثانية ، وضوء الشمس يصل الينا منها فى سبع دقائق .

* * *

طرق ديكارت فى الضوء موضوعين آخرين هما ظاهرة الانكسار وظاهرة الانعكاس ، وهو فى سبيل ذلك أراد بادىء ذى بدء هدم الاعتقادات الجذرية التى كانت تظهر فوق النمط العلمى كطفح جلدى ترسب من أفكار أرسطو ، فهناك كيوف خفية للمادة آمن الكثيرون بها مثل سقوط الأشياء الثقيلة الى أسفل ، وصعود لهب النيران الى أعلا .

ارادة حيوانية عنيدة هى التى تسبب السقوط الى العالم التحتانى أو الصعود الى العالم الفوقانى ، وارادة حيوانية عنيدة للمادة أيضا هى التى تسبب التأثير عن بعد ، كظاهرة الفسيولوجيا الجديدة للمغنطيس كما نشرها الطبيب الانجليزى وليم جلبرت عام ١٦٠٠ م .

لم يؤمن ديكارت بكل هذا ولكنه كان يؤمن بالنسق الهندسى للكون ، فالضوء فى نظره ليست له ارادة ولكنه يوجد هندسيا ، حركته فى غير زمان ، وطبق هذا النمط على ظاهرة الانعكاس على أساس ميتافيزيقى فأخذ النتائج التى توصل اليهـــا ابن الهيثم وجعلها فروضا ، والمسلمات التى وضعها ابن الهيثم جعلها وسائل ، فأوقعته نتائجه فى تناقض ، لحمته أن سرعة الضوء بعد الإنعكاس تساوى سرعته قبل الانعكاس .

فللضوء سرعة اذن ، فانتقاله حتما يكون فى زمان وهذا خلف لما افترضه فى آنية الضوء ، ينظر ابن الهيثم فى انعكاس الضوء على السطوح الصقيلة ، وهو يفترض أن للضوء « حركة فى غاية القوة » ، وأن الصقيل « يمانعه ممانعة فى الغاية » ، فيكون الانعكاس من أجل

هذه الحركة ومن أجل هذه الممانعة ، ويكون رجوعه بقوة تعادل قوته قبل اصطدامه بالصقيل .

ولكي يستنبط ابن الهيثم اتجاه الحركة المنعكسة ، يعتبر الحركة الساقطة (أو الاعتماد كما يطلق عليه) مركبة من حركتين ، احداهما عمودية على السطح الصقيل ، والأخرى موازية له ، أما الحـركة العمودية فتبطل عند التصادم بسبب ممانعة الجسم الصقيل لاعتماد الضوء فى هذه الحركة ، ويتولد منها ومن ممانعة الجسم لها حركة عمودية مساوية فى الاتجاه المضاد .

أما الحركة الموازية فتبقى على حالها بعد التصادم لعدم وجود ما يمنعها ، ومن ذلك يستنتج ابن الهيثم أن انعكاس الضوء يكون بزاوية مساوية لزاوية السقوط ، فالطريقة التى اتبعها هى طريقة تحليل الحركة ـ باعتبارها كمية موجهة ـ الى مركبتين ، أو كما يقول « قسطين » متعامدين ، ثم تركيبها من قسطين : أحدهما هو القسط الموازى الأول ، والآخر يساوى القسط العمودى الأول فى المقدار ويضاده فى الاتجاه .

أما ديكارت فقد عرض قانون انكســـار الضوء فى كتابه « فى الانكسار » على أنه نتيجة مستنبطة من بعض الفروض ، لا على أنه نتيجة وصل اليها بالاستقراء التجريبى ، والطريقة التى اتبعها فى الاستنباط هى عين طريقة ابن الهيثم المبتكرة فى التحليل والتركيب .

ابن الهيثم يفترض انعكاس المركبة العمودية ، ويستنتج من ذلك مساواة سرعة الضوء بعد الانعكاس لسرعته قبله ، فى حين أن ديكارت على الضد من ذلك يفترض هذه المساواة افتراضا ويجعل انعكاس المركبة العمودية نتيجة لا فرضا ، وليس لهذا الخلاف أهمية من الوجهة الرياضية سوى أن ديكارت أراد أن يوهم عصره بأنه قـد أحدث ثورة فى علم الضوء وأتى بجديد ، رغم أن فروضه قد قابلتها

اعتراضـــات نبه اليها الرياضى الفرنسى « فرما » وهو المعـــاصر لديكارت .

* * *

منطق ابن الهيثم تجريبى اذ أنه يستند الى تجارب مضنية أجراها بنفسه بأجهزة صنعها بنفسه ، والتجربة يسميها الاعتبار ، وهو يمهد الى نظريته فى الانعكاس باعتبارات منها اثنان أساسيان، يعتبر فى أولهما بما يسميه « الحركة الطبيعية » للجسم ، أى حركته اذا ترك وشأنه تحت تأثير جاذبية الأرض ، ويعتبر فى الآخر بمـــا يسميه « الحركة العرضية » أى التى تعرض على الجسم بفعل فاعل .

والاعتبار الأول يتلخص فى أن يسقط المعتبر كرة صغيرة ملساء من الحديد أو النحاس ، أو ما يجرى مجراهما من موضع مرتفع على مرآة مستوية أفقية من الحديد ، ثم يتأمل الكرة عند لقائها وتصادمها مع المرآة ، واختار للكرة وزنا أكثر من مثقال ، واختار للارتفاع ما يزيد عن عشرين ذراعا .

وبين أن الكرة بعد تصادمها ترجع الى جهة العلو ثم تهبط الى جهة السفل ، وأنها ان ألقيت من مسافة أقرب كان رجوعها أقل ، وأنها ان ألقيت من مسافة أكبر كان انعكاسها عن المرآة أقوى والى مسافة أبعد .

والاعتبار الثانى يتلخص فى أن تجعل المرآة المذكورة فى الاعتبار الأول فى جدار قائم على سطح الأرض بحيث يكون سطحها رأسيا ، ثم تقذف الكرة نحو المرآة بقوة ، ويقترح ابن الهيثم أن تجعل الكرة فى رأس سهم قوس من التى تقذف الحصى ، وتقذف بقوة بحيث تكون حركتها أولا على استقامة العمود القائم على سطح المرآة ، وثانيا على استقامة خط مائل على سطح المرآة ، ومواز للأفق .

ويتأمل المعتبر الكرة فى الحالتين .

وابن الهيثم فى بيان ما يشاهد فى الحالة الأولى يقول بلفظه .

فانه (أى المعتبر) يجدها ترجع على العمود نفسه القائم على سطح المرآة ، ويكون ذلك بأن يدرك الكرة عند رجوعها موازية للأفق ثم لا تلبث الكرة بعد هذا الرجوع حتى تهبط الى أسفل .

ويقول فى بيان ما يشاهد فى الحالة الثانية :

« فانه يجدها ترجع فى الجهة المقابلة للجهة التى فيها الرامى ، ويجدها فى أول رجوعها متحركة على خط مواز للأفق ، ومائل على سطح المرآة ميلا شبيها بميل السهم عند تفويقه الى المرآة بالقياس الى الحس ، ثم لا تلبث الكرة حتى تهبط الى جهة السفل ، للقوة الطبيعية المحركة لها الى أسفل ، وكلما كانت حركة القاذف أقوى فانه يوجد رجوع هذه الكرة أقوى . وان اعتبر هذا المعنى بجسم غير المرآة ، ويكون فيه بعض اللين كالخشب أو ما يجرى مجراه وجد رجوع الكرة بقوة دون القوة الأولى » .

ثم يتساءل ابن الهيثم :

« لم يرجع المتحرك عند الممانعة ؟ لأنه يكتسب من الممانعة حركة فى جهة الرجوع ، والذى يدل على أن حركة الرجوع انما تحدث من الممانعة ، هو أن هذه الحركة تكون بحسب الممانعة ، وكلما كانت الممانعة أقوى كان الرجوع أقوى ، وقوة الممانعة تكون بحسب قوة الحركة الأولى ، وبحسب امتناع الجسم المانع من الانفعال » .

فقوة المانع أو امتناعه من الانفعال بحسب مدلول هذه العبارة تقدر فى نظر ابن الهيثم بنسبة قوة حركة الرجوع الى قوة الحركة فى الأول ، وهذا المعنى شبيه بالمعنى المتضمن فعلا فى تعريف معامل الارتداد فى علم الديناميكا ، وكأن ابن الهيثم يعبر عن المعنى المقصود بمعامل الارتداد بقوله : « قوة الممانعة » .

هكذا كان ابن الهيثم يرى الضوء ، كرات من الحديد مثلا تساقط عمودية أو تساقط منحرفة فوق السطوح المقابلة ، فهو

مثال للعالم الذى يقدم النماذج الكاملة الديناميكية ، والتى تحقق شروحه واستنباطاته الذهنية : حس وحدس .

ثم يأتى بجديد بعد ذلك اذ يحلل حركة الضوء الى مركبتين احداهما عمودية على سطح المانع ، والأخرى موازية للسطح ، ويريد الدكتور كرومبى أن يسلبه حق هذا الابتكار فيقول عن هذه الفكرة انها مستوحاة من أبولونيوس .

صحيح أن أبولونيوس استخدم التحليل الى مركبتين للوصول الى حجوم ومساحات القطوع المخروطية ، وصحيح أن ويجن رستم القوهى العالم العراقى الذى سبق ابن الهيثم بحوالى قرن من الزمان استخدم الأحداثيات الأفقية والرأسية ثم المدورات فى اثبات حجم المجسم المكافىء ، ولكن ابن الهيثم ومذهبه الأساسى التحليل والتركيب استخدم الفكرة فى تحليل وتركيب كمية الحركة الموجهة لأشعة الضوء فى اتجاهين عموديين فكان جديدا فى ابتكاره ، وكما يقول بلفظه:

« فالضوء اذا لقى جسما صقيلا فهو ينعكس عنه من أجل أنه متحرك ، ومن أجل أن الجسم الصقيل يمانعه ، ويكون رجوعه فى غاية القوة ، لأن حركته فى غاية القوة ، ولأن الجسم الصقيل يمانعه ممانعة فى الغاية » .

ثم يستطرد :

« واعتماد المتحرك على الجسم المانع انما يكون مركبا من الحركة الى الجهة التى يمتد منها العمود القائم على سطح الجسم المانع النافذ فى نفس الجسم المانع ، ومن الحركة الى الجهة التى يمتد اليها العمود القائم على هذا العمود الممتد فى السطح الذى فيه الحركة » .

والمركبة الأولى تبطل من جراء الممانعة ، ونستبدل بها حركة على العمود نفسه ، ولكن فى الاتجاه المضاد ، أما المركبة الثانية

فلا ممانعة تؤثر فيها ، فلا هى تبطل ولا هى تزيد أو تنقص ، بل لا يصيبها تغير قط ، وانما تبقى على حالها الأول .

وعلى ذلك تصبح حركة المتحرك بعد التصادم مركبة من قسطين أحدهما فى اتجاه العمود على سطح المانع الى الخارج ، والآخر المركبة الثانية الناتجة من حركة المتحرك قبل التصادم مع السطح ، وهى الباقية على حالها الأول .

وبتركيب هذين القسطين أو بمعنى آخر ايجاد محصلتيهما ، يتضح تساوى السرعتين قبل وبعد التصادم ، ويمثل ابن الهيثم لخاصة الصقال فى السطح العاكس للضوء بخاصة الصلابة فى الجسم المانع فى المثال الميكانيكى السابق ذكره ، وان كان انعكاس الضوء سببه صقال السطح ، فلا ارتباط البتة بين الصقال والصلابة ، كما يقول هو بنفسه :ــ

« لأن الأضواء تنعكس عن الأجسام الصقيلة ، وان لم تكن الأجسام الصقيلة صلابا كالماء وجميع الرطوبات التى سطوحها صقيلة » .

وتتضح لنا معالم شخصية ابن الهيثم العلمية من النص التالى :ــ

« واذا كان الاعتماد مركبا من هاتين الحركتين ، كانت الحركة التى تحدث من هذه الممانعة مركبة من الحركة على العمود القائم على سطح الجسم المانع فى الجهة الخارجة من الجسم المانع ، ومن الحركة نفسها التى كانت فى جهة العمود القائم على هذا العمود فى الجهة التى اليها الحركة ، وذلك لأن الاعتماد اذا كان مركبا من الحركتين المذكورتين ، كان القسط من هذا الاعتماد ، الذى هو من الحركة على العمود النافذ فى الجسم المانع ، يبطل من أجل أن الجسم المانع هو من هذه الجهة ، ومانع للمتحرك من هذه الجهة » .

« ويتولد من هذا القسط من الاعتماد ومن ممانعة الجسم المانع، لهذا القسط من الاعتماد ، حركة على العمود نفسه الذى عليه كان

(هذا القسط) من الاعتماد ، وفى الجهة من هذا العمود المقابلة لجهة الاعتماد ، ويكون القسط الثانى من الاعتماد الذى هو من الحركة على العمود القائم على هذا العمود باقيا على حاله لم يبطل ولم يتولد منه حركة مضادة ، لأن جهة هذا العمود ليس فيها مانع » .

واذا كان هذا القسط باقيا ، ويتولد من القسط الأول حركة على العمود القائم على سطح الجسم المانع فى الجهة الخارجة من الجسم المانع ، كانت الحركة الحادثة مركبة من الحركة على العمود القائم على سطح الجسم المانع ، ومن الحركة على العمود القائم على هذا العمود الممتد فى الجهة التى اليها الحركة .

واذا كان ذلك كذلك ، كان الخط الذى عليه حركة الانعكاس ، فيما بين العمود القائم على سطح الجسم المانع وبين العمود القائم عليه ، اللذين من الحركتين عليهما تولدت حركة الانعكاس ، ويكون بعد هذا الخط المائل من العمود الثانى كبعد الخط الذى عليه كانت تكون الحركة من هذا العمود لو نفذ المتحرك على استقامته ، لأن قسط هذا العمود من الحركة لم يبطل ولم ينقص ولم يزد ، ويكون هذا الخط فى السطح الذى فيه العمود ، لأن الحركتين اللتين منهما تولدت هذه الحركة هما فى هذا السطح .

والحركة الأولى أيضا هى فى هذا السطح وهذا السطح قائم على السطح المستوى المماس للسطح الصقيل على نقطة الالتقاء ، لأن السطح المستوى المماس هو الذى يمتد فيه العمود الثانى .

واذا كان بعد هذا الخط عن العمود الثانى كبعد الخط المتصل بالخط الذى عليه ، كانت الحركة الأولى عن العمود الثانى ، كان ميل هذا الخط عن العمود الأول القائم على سطح الجسم المانع مساويا لميل الخط الذى عليه كانت الحركة الأولى عن هذا العمود .

ومعنى استقرائه هـذا أن زاوية السقوط للشعاع الساقط تساوى زاوية الانعكاس ، وهما الزاويتان المنحصرتان بين الشعاع

الساقط والعمود المقام من نقطة السقوط على سطح الصقيل ، وبين الشعاع المنعكس عند هذه النقطة ونفس العمود ، وبالقياس لحركة ارتداد الكرة فى المثال الميكانيكى ، حيث وجد أن خط حركة الكرة أولا وخط حركتها ثانيا والعمود القائم من نقطة اللقاء جميعها تقع فى مستوى واحد ، يستنبط ابن الهيثم القانون الثانى للانعكاس فيقول ان الشعاع الساقط والعمود المقام من نقطة السطح الذى يقع عليه الضوء والشعاع المنعكس من هذه النقطة جميعها تقع فى مستوى واحد .

وان كانت كيفية الانعكاس واحدة فثمة فرق يذكره ابن الهيثم بين حركة الضوء وحركة الكرة ، فالضـــوء يتحرك حركة فى غاية السرعة ، ولا تؤثر فيه قوة تحركه الى أسفل ، كالقوة المحركة الى أسفل بعد رجوعها عن المرآة فى الاعتبار الميكانيكى ، ويقول فى ذلك .

« فأما الضوء فليس فيه قوة تحركه الى جهة مخصوصة ، بل انما خاصته أن يتحرك على الاستقامة فى جميع الجهات التى يجد السبيل اليها ، اذا كانت تلك الجهات ممتدة فى جسم مشف ، فاذا انعكس الضوء بما حصل فيه من القوة المكتسبة ، وصار على سمت الاستقامة التى أوجبها الانعكاس ، امتد على ذلك السمت ، وليس فيه قوة تحركه الى غير ذلك السمت ، لأن ليس من خاصته أن يطلب جهة مخصوصة ، ولذلك لا يحيد عن سمت هذه الاستقامة من بعد الانعكاس » .

والنص الذى يورده ابن الهيثم فى صدد اثبات قانونى الانعكاس هو ما يلى ، ونحن نردده هنا ليتبين لنا شموله ووضوحه بحيث أصبح حكما ثابتا لا يتغير أبدا ، وهو ما يدرس حتى اليوم فى المدارس الثانوية ، وان كان أوقليدس قد سبقه فى اثبات تساوى زاويتى السقوط والانعكاس ، أو بطليموس فى اثبات القانون الثانى فان مفهوم الضوء كان لديهما غير مفهوم الضوء عند ابن الهيثم والمفهوم الأخير هو المعمول به حتى اليوم .

وهنا هو نص ابن الهيثم :

« ان كل ضوء ينعكس عن سطح صقيل ، فان كل نقطة من السطح الصقيل الذى منه انعكس الضوء ، ينعكس الضوء منها على خط مستقيم يكون هو والخط المستقيم الذى عليه امتد الضوء الى تلك النقطة ، والعمود الخارج من تلك النقطة القائم على السطح المستوى المماس للسطح الصقيل على تلك النقطة ، فى سطح واحد مستو .

ويكون وضع الخط الذى عليه ينعكس الضوء بالقياس الى العمود المذكور كوضع الخط الذى عليه امتد الضوء الى نقطة الانعكاس ، بالقياس الى ذلك العمود ، أعنى أن كل خط ينعكس عليه ضوء من سطح صقيل ، فانه يحيط مع العمود الذى يخرج من تلك النقطة قائما على السطح المستوى المماس للسطح الصقيل على تلك النقطة ، بزاوية مساوية للزاوية التى يحيط بها الخط الأول الذى عليه امتد الضوء الى تلك النقطة مع ذلك العمود » .

تلك هى خلاصة التعاصر بين ابن الهيثم وديكارت فى موضوع انعكاس الضوء ، ترى ما هو موقف ديكارت من موضوع الانكسار ؟

ذلك ما سوف نوضحه فيما بعد .

* * *

عرض ديكارت قانون انكسار الضوء فى كتابه الموسوم « فى الانكسار » على أنه نتيجة مستنبطة من بعض الفروض ، لا على أنه نتيجة وصل اليها بالاستقراء التجريبى ، والطريقة التى اتبعها فى الاستنباط هى عين طريقة ابن الهيثم فى التحليل والتركيب .

وديكارت ، مثل ابن الهيثم ، يطبق هذه الطريقة فى حالتى الانعكاس والانكسار ، وهو فى الحالة الثانية يضع فرضين :

الفرض الأول هو أن المركبة الموازية لسطح الفاصل بين المشفين تبقى على حالها (أى لا تزيد ولا تنقص) بعد الانكسار ، وهو فى ذلك قد خالف ابن الهيثم الذى قال عن هذه المركبة أن مقدارها يزيد اذا كان المشف الثانى ألطف ، أو ينقص هذا المقدار ان كان المشف الثانى أغلظ .

والفرض الثانى الذى يضعه ديكارت هو أن هناك نسبة ثابتة بين سرعة الضوء فى المشف الذى فيه الشعاع المنكسر وسرعته فى المشف الذى فيه الشعاع الساقط .

هذا الفرض(١) الأخير ينطوى على الفكرة القائلة بأن سرعة الضوء خاصة الوسط الذى يكون فيه ، وهى فكرة عبر عنها ديكارت فى كتاباته الخاصة التى دونها بين عامى ١٦١٩ – ١٦٢١ أى قبل ظهور كتابه فى البصريات بنحو ستة عشر عاما ، وقد قال بعض الباحثين فى بصريات ديكارت أن الوقوع على هذه الفكرة يعتبر ومضة من ومضات العبقرية ، غافلين أن ابن الهيثم هو الذى أخرجها وهى علامة من علامات عبقريته ، واليكم النص من مخطوط المناظر لابن الهيثم :

« والأضواء تمتد فى الأجسام المشفة بحركة سريعة تخفى عن الحس لسرعتها ، ومع ذلك فان حركتها فى الأجسام اللطيفة أعنى الشديدة الشفيف أسرع من حركتها فى الأجسام الغليظة أعنى الأضعف شفيفا ، وذلك أن كل جسم مشف اذا نفذ فيه الضوء ، فان الجسم المشف يمانع الضوء ممانعة بحسب ما فيه من الغلظ ، لأن كل جسم طبيعى فلابد أن يكون فيه غلظ ما » .

وواضح من هذا النص أن سرعة الضوء تكون بحسب الممانعة التى يصادفها فى الوسط المشف الذى يسير فيه ، وهذه الممانعة تكون

---

(١) دكتور عبد الحميد صبره .

بحسب ما فى المشف من غلظ ، أى بحسب خاصة قائمة فى المشف نفسه .

ويرى ابن الهيثم أن الأجسام المشفة فى الطبيعة ليس شفيفها فى الغاية ، وأن فيها شيئا من الغلظ ، والغلظ والشفيف فى نظره من الأضداد ، فان كان هو المعنى الذى يجعل الأجسام تؤدى الأضواء فيها ، فالغلظ هو المعنى الذى يجعل الأضواء تعتاق عن الامتداد فيها ، ثم هو يرى أن سرعة الضوء عند وقوعه على سطح المشف الثانى تتحلل الى مركبتين ، احداهما فى اتجاه العمود على السطح ، والأخرى فى اتجاه المماس للسطح على نقطة السقوط .

وأقواله تفيد أنه يرى أيضا أن المركبة الثانية لا تحتفظ بقيمتها الأولى اذا نفذ الضوء فى المشف الثانى ، فان كان المشف الثانى أغلظ فانها تصير أصغر ، فلا تبقى محصلة المركبتين فى المشف الثانى على استقامة حركة الضوء فى المشف الأول بل يكون اتجاهها منعطفا الى جهة العمود ، وتكون سرعة الضوء فى المشف الثانى أصغر من سرعته فى الأول .

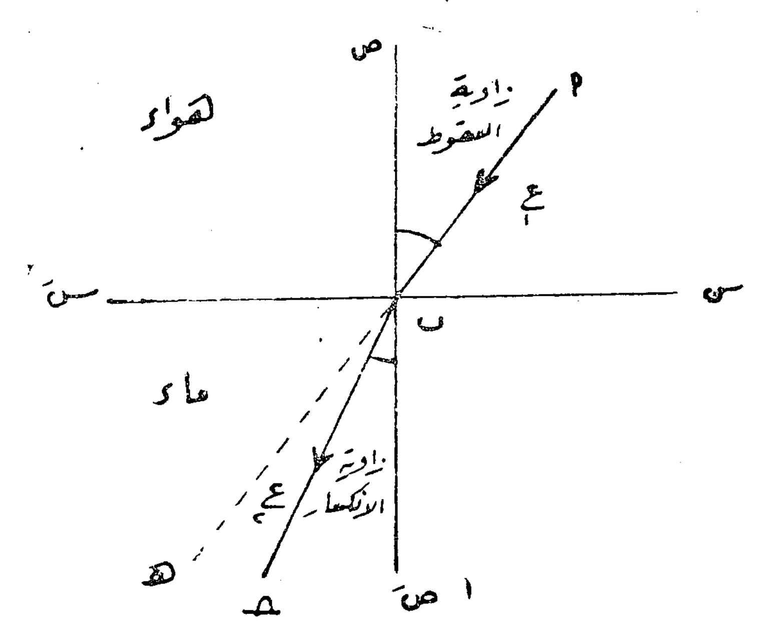
وبالمثل اذا نفذ الضوء من الأغلظ فى الألطف ، فان مركبة السرعة فى اتجاه المماس تصير فى الألطف أكبر ، وينعطف الضوء عند خروجه الى الألطف الى خلاف جهة العمود ، واستند ابن الهيثم فى تأييد رأيه بأمثلة ميكانيكية .

مثل الانعطاف من الألطف فى الأغلظ بكرة صغيرة من الحديد ، فهى اذا وقعت على لوح رقيق ، وكان اتجاه حركتها فى اتجاه العمود على اللوح ، فان نفوذها فى اللوح أسهل مما لو كان اتجاه حركتها مائلا على العمود ، حين تكون قوة الحركة واحدة فى الحالتين ، ومثل أيضا بالسيف ، فهو اذا ضرب به عود وكان حد السيف قائما على سطح العود قطعه فى أكثر الأحوال ، وان ميل السيف وضرب به العود لم يقطع العود بالسهولة نفسها .

ويقول ابن الهيثم بلفظه :

« واذا امتد الضوء فى جسم مشف ثم لقى جسما آخر مشفا مخالفا الشفيف للجسم الذى هو فيه وأغلظ منه ، وكان مائلا على سطح الجسم المشف الذى لقيه انعطف الى جهة العمود القائم على سطح الجسم المشف فى الجسم الأغلظ » .

ويمكن تفسير ذلك بالرسم التالى :



فلو سقط شعاع ا ب سرعته ع١ .

فى الهواء على سطح الماء ، انعطف من ب الى ب حـ بسرعة ع٢ لأن سرعة الضوء فى الماء تقل بحسب الممانعة ، والانعطاف الى جهة العمود ب ص لذلك تقل زاوية الانكسار .

والزاوية ا ب ص هى زاوية السقوط .

الزاوية حـ ب ص َ هى زاوية الانكسار .

الزاوية حـ ب هـ هى زاوية الانعطاف أو زاوية العطف كما يسميها كمال الدين الفارسى ولو فرض خروج شعاع حـ ب من الماء

الى الهواء فانه تنعطف الى غير جهة العمود ب ص لأن سرعة الضوء فى الهواء أكبر من سرعته فى الماء .

وهذه هى قاعدة العكس ، ويدلنا قول ابن الهيثم :

« فاذا خرج الضوء من الجسم الأغاظ الى الجسم الألطف كانت حركته أسرع » .

على أنه يتفق الى حد كبير والرأى الذى رآه « فرما » الفرنسى ، وبنى عليه قاعدته التى تعرف بقاعدة أقصر الأوقات ، والتى تتلخص فى أن الضوء عند نفوذه من نقطة فى جسم مشف الى نقطة أخرى فى جسم مشف آخر ملامس للأول ، يختلف شفيفه عن شفيف الأول يسلك السبيل الذى يستغرق فيه الوصول من النقطة الأولى الى الثانية أقصر الأوقات ، فهو يسلك السبيل الذى تكون عليه الحركة بحسب تعبير ابن الهيثم « أسرع وأسهل » .

أما أقواله من ناحية الكيفية التى يحصل بها الانعطاف ، وتضمنت فكرة تحليل السرعة الى مركبتين ، واعتبار المركبة التى فى اتجاه المماس هى المتغيرة ، فتناظرها فى كل ذلك نظرية « نيوتن » الانجليزى ، ففيها أيضا تحلل سرعة الضوء الى مركبتين ، احداهما عمودية على السطح والأخرى فى اتجاه المماس .

مع الفارق فى أن نيوتن يعتبر المركبة العمودية على السطح هى المتغيرة ، وانها عند نفوذ الضوء فى الجسم الأغلظ تزداد من جراء القوة التى تؤثر فى الدقائق الضوئية بحسب نظريته عند اقترابها من السطح ، وتجذبها فى اتجاه العمود الى داخل الجسم الأغلظ ، وأنها فى الجسم الألطف تقل من جراء القوة التى تؤثر فى الدقائق الضوئية عند اقترابها من سطح الألطف وتدفعها قليلا فى اتجاه العمود الى خارج الجسم الألطف .

ومع الفارق أيضا فى أن نظرية نيوتن تتطلب أن تكون سرعة

الضوء فى الأغلظ أعظم وفى الألطف أصغر ، وهو ما ينفيه الواقع ، فى حين أن الأمر بحسب أقوال ابن الهيثم بعكس ذلك .

* * *

لقد قدم ديكارت فى الانكسار ، وهى احدى المقالات الثلاثة الملحقة بكتابه بحث فى المنهج ، استنتاجا نظريا لقانون جيب زاوية الانكسار للشعاع الضوئى ، والذى كان الرياضى الهولندى « ويليبرورد سنليوس » (١٥٩١ ــ ١٦٢٦) قد اكتشفه تجريبيا ، وهو القانون المعمول به حتى وقتنا هذا ، وينص على أن معامل الانكسار من مادة الى مادة مثل الهواء ــ ماء ثابت ويساوى جيب زاوية السقوط على جيب زاوية الانكسار دائما أبدا ، أى أن :

$$\frac{\text{حا س}}{\text{حا ك}} = \text{م}$$ حيث م مقدار ثابت هو معامل الانكسار

ديكارت كان على علم بهذا القانون عندما استقر فى هولندا زمنا، وجاء بقانون يتضمن العلاقة بين جيبى زاويتى السقوط والانكسار وسرعة الضوء فى الشفيفين كالآتى :

$$\frac{\text{حا س}}{\text{حا ك}} = \frac{\text{ع ك}}{\text{ع س}} = \text{م}$$

حيث س زاوية السقوط ، ك زاوية الانكسار ، ع س = سرعة الشعاع الساقط ، ع ك = سرعة الشعاع المنكسر ، م = مقدارا ثابتا.

والقانون فى هذه الصورة يلزم عنه أن تكون سرعة الضوء فى المشف الأغلظ أكبر من سرعته فى المشف الألطف ، وهذا عكس الرأى الذى ذهب اليه ابن الهيثم ، وهو بعيد عن الصواب .

والغريب فى نظرية ديكارت أن هذه الاعتبارات التى استخدم فيها طريقة ابن الهيثم فى التحليل والتركيب لا تتفق بحال من الأحوال

مع نظرته العامة فى طبيعة الضوء وطريقة انتقاله ، لقد جاء ديكارت بثورة فى علم الطبيعة كان يرمى من ورائها الى احالة العلم الطبيعى بأسره علما هندسيا كما سبق أن قلنا ذلك فى بدء هذا الفصل .

علما هندسيا لا أثر فيه للصور الجوهرية أو الكيوف الخفية التى قام بها الفلاسفة المدرسيون فى العصر الوسيط والذين سيقوه أمثال روبرت جروسست (١١٧٥ — ١٢٥٣) أول محافظ لجامعة اكسفورد الذى ألف فى البصريات وقال بالتأثير عن بعد ، أو روجر باكون (١٢١٠ — ١٢٩٣ م) أو ڤيتلو أو كپلر وغيرهم .

ولكن الكيفيات الخفية التى عارضها ديكارت لم تكن قاصرة على الفلاسفة وحدهم ، فالجاذبية التى قال بها نيوتن مثلا من بعد ، تعتبر من وجهة النظر الديكارتية كيفية خفية ، شأنها شأن الجذب أو التنافر المغناطيسى ، فلا ينبغى أن يسمح باستخدامها فى العلم الطبيعى ، لذلك لم يكن القول بالجاذبية مقبولا للعلماء المتأثرين بفلسفة ديكارت مثل هيجنز وليبنتز .

واذن فقد أراد ديكارت أن يقصى من مفهوم المادة كل صفة لا يمكن ردها الى الصفات الهندسية أو الميكانيكية البينة كالشكل والمقدار والحركة ، ولا يمكن من وجهة النظر هذه أن يؤثر جسم فى آخر الا عن طريق التصادم بينهما .

ديكارت يقول بآنية الضوء ، وهو مدفوع الى ذلك القول برغبته فى تفسير الطبيعة تفسيرا هندسيا ، ولكن هذا التطرف فى التأويل الهندسى منعه من تطبيق الهندسة على الظواهر الضوئية تطبيقا معقولا خاليا من التناقض ، فكيف نفهم مثلا تطبيق طريقة التحليل والتركيب فى الانكسار ان كان انتقال الضوء لا يستغرق زمانا ؟

وكيف نؤول القانون الذى تؤدى اليه فروضه اذا لم ننسب الى الضوء سرعات محدودة مختلفة فى الأوساط المختلفة ؟

تلك صعوبات نبه اليها المعاصرون لديكارت ، وكان لابد للتغلب عليها من الرجوع الى وجهة نظر ابن الهيثم التى تقول بأن للضوء سرعة محددة وان كانت لقوتها تخفى عن الحس ، وهذا ما فعله « هيجنز » و « فرما » قبل أن يتوصل « رومر » الى تقدير سرعة الضوء من المشاهدات الفلكية عن أقمار المشترى .

وثم صعوبة أخرى اصطدمت بها النظرية الديكارتية ، وهى لا تقل خطرا عن الصعوبات السابقة ، ان قانون ديكارت فى الانكسار يقتضى أن تزيد سرعة الضوء فى الوسط الأغلظ ، فكيف نفسر ازدياد السرعة ميكانيكيا دون الخروج عن حدود علم الطبيعة كما تصوره ، أى دون التسليم بفكرة القوة ، تلك الأسطورة التى ترسبت من العصر القوطى فى أساطيرهم ودخلت فى مفاهيم علم الديناميكا ؟

حاول ديكارت الخروج من ذلك المأزق بقوله ان المشف الأغلظ يقاوم حركة الضوء بأكثر مما يقاومها الألطف ، وهو يفهم هذه المقاومة بحيث تتناسب طرديا ، لا عكسيا مع السرعة ، وهذه الفكرة أصولها أيضا فى فلسفة ابن الهيثم عن الضوء ، ولكنها كانت بعيدة عن الوضوح والاقناع .

* * *

حين نشر (١) ديكارت نظريته واطلع عليهـــا الرياضى الفرنسى « فرما » رفض الأخير برهانه ، قائلا انه برهان مغالطى لا يصح من الوجهة الرياضية ، فضلا عن الصعوبات التى تواجهه من الناحية الفيزيقية .

وظل « فرما » ثابتا على ذلك الرأى رغم الرسائل الكثيرة التى تبادلها مع ديكارت ، فى هذا الموضوع ، فلم يسلم بقانون ديكارت ، وفيما بعد قيل لفرما ان التجربة تؤيد قانون ديكارت ، فكان جوابه

---

(١) دكتور عبد الحميد صبره « نظريات الضوء فى القرن السابع عشر ».

على ذلك أن تأييد التجربة ليس بالضرورة دليلا على صدق القانون ولا صحة الاستنتاج .

ثم أخذ على عاتقه أن يبحث عن طريقة جديدة لعلها تؤدى الى قانون جديد ، والطريقة التى سلكها « فرما » كان قد صاغها للعثور على مماســـات المنحنيات المخروطية ، وتعرف بطريقة الحدين الأعلى والأدنى .

افترض « فرما » أن الضوء فى انتقاله من نقطة الى أخرى يتخذ الطريق الذى يستغرقه فى الزمان الأقصر ، وهذا الفرض تجد ملامحه مختفية بين ثنايا تعبيرات ابن الهيثم كما سبق أن قلنا ذلك ، ولكن رغم ذلك فان الأوروبيين من مؤرخى العلم يطلقون عليه اسم قاعدة أو مبدأ « فرما » الذى يتفق مع انتشار الضـــوء فى الأوساط المتجانسة على السموت المستقيمة ، من حيث أن الخط المستقيم هو أقصر المسافات بين نقطتين .

أما اذا كانت نقطة البدء فى وسط غير الوسط الذى توجد فيه نقطة الوصول ، فان الضوء ينكسر على نقطة فى السطح الفاصـــل بحيث يقطع فى الوسط الشفيف الذى تكون فيه سرعته أكبر مسافة تزيد على المسافة التى يقطعها فى الوسط الذى تكون فيه سرعته أقل ، وكانت دهشة « فرما » عظيمة حين وجد أن مبدأه يؤدى الى نفس النسبة التى وصفها « ديكارت » أعنى نسبة جيب زاوية السقوط الى جيب زاوية الانكسار ، ولكنه تأدى فى الوقت نفسه الى أن العلاقة بين هذه النسبة والنسبة بين السرعتين هى على عكس ما يريد « ديكارت » .

أى أن مبدأ « فرما » يلزم عنه أن تكون السرعة أكبر فى الوسط الألطف ، وكأنى به وقد رجع ثانية الى رأى ابن الهيثم .

تلك هى ــ فى تاريخ العصريات ــ المرة الأولى التى يبرهن فيها رياضيا على هذه النتيجة التى افترضها ابن الهيثم ، ولكنه كان

برهانا استلهم فيه صاحبه القول بالعلل الغائية ، ولم يحاول أن يفسره تفسيرا يرضى العالم الطبيعى ، أما أول تفسير طبيعى يتفق مع نتيجة « فرما » فقد جاء به للمرة الأولى العالم الهولندى « كريستيان هيجنز » .

* * *

بدأ « هيجنز » هو الآخر من نظرية « ديكارت » ، ولكنه وجه عنايته الى ناحيتها الميكانيكية بدلا من الناحية الرياضية التى سلم بها « نيوتن » وعارضها « فرما » وكان هيجنز يتفق مع ديكارت فيما يجب أن يكون عليه التفسير الفيزيقى المعقول ، فرفض فكرة القوة المؤثرة عن بعد ، واعتبر أن الظاهرة الأساسية التى ينبغى أن تنبنى عليها كل الظواهر الطبيعية من ضوئية ومغنطيسية .. الخ هى ظاهرة التصادم .

لذلك افترض هيجنز مادة أثيرية تملأ المكان وتتغلغل فى ثنايا الأجسام كالمادة اللطيفة التى تصورها ديكارت ، وقال ان الضوء ينشأ عن اهتزازات أجزاء الجسم المضىء فتحمل المادة الأثيرية آثار هذه الاهتزازات الى مسافات لا حد لها ، وذلك كما نرى حين تصطدم كرة متحركة بالكرة الأولى فى سلسلة من الكرات المتلاصقة فى خط مستقيم .

فينتقل أثر الصدمة الى الكرة الأخيرة فتتحرك ، وكان لابد لهيجنز ، كى يحصل على صورة ميكانيكية واضحة ، أن يتخلى عن قول « ديكارت » بآنية الضوء ، فافترض الأثير حاصلا على صفة المرونة ، وعلى ذلك يكون انتقال الضوء فى الأثير على هيئة كرات متعاقبة أو أمواج كالتى نشاهدها على سطح الماء ، وتكون الأشعة الضوئية هى الخطوط المستقيمة الواصلة من المركز الى المحيط .

مرة أخرى نجد بصمات الحسن بن الهيثم واضحة فى هذه الفروض ، والنص الذى أورده ابن الهيثم فى مخطوط المناظر هو :

« فقد تبين من جميع ما شرحناه وبيناه بالاستقراء والإعتبار ، أن اشراق جميع الأضواء انما هو على سموت خطوط مستقيمة فقط ، وأن كل نقطة من كل جسم مضيء ذاتيا كان الضوء الذى فيه أو عرضيا ، فان الضوء الذى فيه يشرق منه ضوء على كل خط مستقيم يصح أن يتوهم ممتدا منها فى الجسم المشف المتصل بها .

فيلزم من ذلك أن يكون الضوء يشرق من كل نقطة من كل جسم مضيء فى الجسم المشف المتصل به اشراقا **كريا** ، أعنى عن كل خط مستقيم يصح أن يمتد من تلك النقطة فى الجسم المشف ، ويلزم أن يكون الجسم المشف هواء كان أو غيره اذا أضاء بضوء ما ، أى ضوء كان ، فان الضوء الذى فيه هو ضوء يشرق عليه من كل نقطة من الضوء الذى منه أضاء ذلك الجسم المشف ، على سمت مستقيم يمتد من تلك النقطة فى ذلك الجسم المشف » .

معنى الاشراق الكرى هنا فى الواقع ليس سطحيا كما يظن بادىء ذى بدء ، فابن الهيثم يريد القول بأن النقطة من سطح الجسم المضىء سواء كان ضوءه ذاتيا أو عرضيا مستمدا من غيره لا يشرق منها الضوء الى جهة خارج الجسم فحسب ، بل يشرق منها ضوء الى جهة باطن الجسم أيضا بقدر ما يسمح به امتداد الوسط المشف من وراء النقطة المضيئة الى تلك الجهة .

فمن المعلوم أنه اذا وقعت موجة « ضوئية » على سطح جسم فالنقطة التى يلمس عليها صدر الموجة سطح الجسم تعد مركزا تبتدى منه مويجة ضوئية لا تنتشر خارج الجسم فحسب ، بل تنتشر أيضا داخل جرمه لو كان بالجسم شفيف يسمح بذلك .

وها هو « هيجنز » يفسر ظاهرة انكسار الضوء على هذا المنهج ، فهو ينظر فيما يحدث حين يصطدم صدر الموجة المنتشرة فى وسط متجانس بسطح يفصله عن وسط يخالفه فى الشفيف . وليكن صدر الموجة الساقطة مائلا على السطح الفاصل ، أى أنه لا يصطدم

بالسطح الفاصل دفعة واحدة ، وهنا يفترض هينجنز أن كل نقطة على الصدر ، يمكن اعتبارها مركزا لموجة أخرى صغيرة ، أو بمعنى آخر مويجة أخرى تنتشر فى كل اتجاه بالسرعة التى تلائم الوسط .

فالجزء من المصدر الذى يصطدم بالسطح الفاصل أولا تنشأ عنه موجة تنتشر فى المشف الثانى بالسرعة الملائمة بهذا المشف ، فى حين أن بقية أجزاء الصدر لا تزال متقدمة فى المشف الأول بالسرعة الملائمة له ، وعلى هذا النحو استطاع « هيجنز » باستدلال هندسى جميل أن يستنتج قانون انكسار الضوء بعد أن حدد اتجاه صدر الموجة فى المشف الثانى .

والصيغة التى وضع فيها القانون هى عين الصيغة التى اكتشفها « فرما » وفى نفس الكتاب الذى نشر فيه « هيجنز » نظريته عام ١٦٩٠ م يبرهن على أن مبدأ أقصر الأزمنة التى قال به « فرما » لا يتفق فقط مع التطورات الموجية ، بل هو نتيجة منطقية لهذه التصورات ، بحيث يتعين على من يعتنق النظرية الموجية أن يسلم بمبدأ « فرما » .

ولكن نظرية هيجنز كان يعيبها عدة أمور ، فهو لم يحاول أن يفسر بواسطتها ظاهرة التفرق المنشورى التى كان نيوتن قد جاء بتفسير لها من وجهة النظر الجسيمية ، وكذلك لم يحاول « هيجنز » أن يفسر بواسطة نظريته ظاهرة الحيود التى درسها « جريمالدى » أو ظاهرة التداخل التى درسها من قبل « هوك » و « نيوتن » .

والغريب أن « هيجنز » استبعد من أمواجه صراحة الصفة الأساسية التى ربما كانت تساعد فى مثل هذه التفسيرات ، وهى صفة الدورية ، فقال ان اهتزازات أجزاء الجسم المضىء التى تصدر عنها الموجات لا تحدث على نحو منتظم ، وبذلك يمتنع تحديد طول معين للموجات أو مقدار معين لتردد الاهتزازات ، وكان أول من

قرن الدورية بالموجات الضوئية هو الفيلسوف الفرنسى « مالبرانش » ٠

تلك العيوب التى اتصفت بها نظرية « هيجنز » تدل على قصورها ، ولكنها لا تدل على كذبها أو عدم صحتها ، غير أن نيوتن نبه الى حقيقة تجريبية بسيطة يبدو أنها تدحض الغرض الموجى من أساسه ، وهى أن الموجات المعروفة جميعا تنعطف من وراء العوائق الموضوعة فى طريقها ، فيصدق ذلك مثلا على الموجات فى الماء والموجات الصوتية ، ولكن ظاهرة الظلال تدل على انتشار الضوء فى خطوط مستقيمة غير منعطفة ، أو كما يقول ابن الهيثم على السموت المستقيمة ، اذن فالنظرية الموجية فى الضوء نظرية كاذبة ٠

ذلك اعتراض خطير لم يستطع « هيجنز » دفعه ، فكان عاملا من العوامل التى صرفت الناس عامة عن نظريته طوال القرن الثامن عشر ، أما العوامل الأخرى فأهمها المكانة التى احتلتها نظريات « نيوتن » عامة ، ومنها نظريته فى الضوء بحيث أصبح من غير المتصور أن يجرؤ على نقدها أحد ٠

* * *

تلك كانت الصورة الباهتة للصراع العلمى فى القرنين السادس والسابع عشر ، صراعا تسبب بطريق مباشر أو غير مباشر من نظريات ابن الهيثم فى الانعكاس والانكسار للأشعة الضوئية ، ولننظر الآن موضع « اسحاق نيوتن » من هذا الصراع ، ذلك العالم البريطانى الذى يقول عنه مواطنوه أنه نفحة من نفحات العبقرية قلما يجود بمثلها الزمان ٠

نظر « نيوتن » الى المثال الميكانيكى لابن الهيثم ، حين مثل شعاع الضوء بكرات من الحديد تساقط على لوح صقيل من الفولاذ ، فأخذ بتلابيب تلك الفكرة وقال ان شعاع الضوء ما هو الا مجموعة من أحداث ، أحداث الكرات المتعاقبة ، وعلى ذلك فالضوء يتكون من

جسيمات دقيقة تنبعث من الجسم المضىء تسبب الاحساس بالنظر اذا ما سقطت على العين ، أو تتسبب عنها ظاهرتى الانعكاس والانكسار .

مثل هذا القول سبق أن نادى به العالم السكندرى « هيرون » فى العصر الهيلينى حيث قال ان الضوء جسيمات تخرج من البصر الى المبصر ، وهو قول معكوس لنظرية « نيوتن » الجديدة .

وعلى هذا الاعتبار يمكن الجزم بأن هذه النظرية هجينة بين نظريتى ابن الهيثم وهيرون ، ولننظر الآن فى نظرية « نيوتن » هذه ، ولنتأمل ظاهرة الانكسار من وجهة نظر ديناميكية ، أى نفترض أن الشعاع الضوئى شىء ما يخضع لقوانين الديناميكا ، فنقول ان انعطاف الشعاع الضوئى حين ينفذ فى المشف الثانى دليل على وجود قوة ما عن السطح الفاصل بين المشفين .

ولأن الشعاع لا يتغير اتجاهه حين يسقط عموديا على ذلك السطح ، والقوة التى قررنا وجودها ينحصر عملها فى الاتجاه العمودى ، أى ليست لها مركبة فى غير هذا الاتجاه ، واذن فمركبة سرعة الشعاع الساقط التى توازى السطح الفاصل لا تتأثر عند الانكسار بالزيادة أو النقصان .

واذن يتحقق فرض ديكارت الأول .

وأيضا اذا كان انعطاف الشعاع فى المشف الثانى الى جهة العمود على السطح الفاصل ، فمعنى ذلك أن القوة المؤثرة عند السطح متجهة نحو المشف الثانى (الذى فيه الشعاع المنكسر) وأن السرعة قد زادت بعد الانكسار ، أما اذا انعطف الشعاع الى ضد جهة العمود فهذا دليل على أن القوة متجهة الى أعلى (أى الى الوسط الذى فيه الشعاع الساقط) وأن السرعة قد نقصت بعد الانكسار .

ونحن نعلم من التجربة أن الضوء حين ينكسر من وسط ألطف كالهواء الى وسط أغلظ كالزجاج ، فانه ينعطف الى جهة العمود على السطح الفاصل ، أى أن سرعة الضـوء فى الأغلظ تكون أكبر من سرعته فى الألطف ، كما ينص عليه قانون « ديكارت » فنرى من الملاحظات السابقة أن باستطاعتنا أن ننظر الى نظرية نيوتن على أنها تأويل ديناميكى لبرهان « ديكارت » الرياضى على قانون الانكسار ، ولنقف عند هذا الحد اذ أن الصراع بين نظرية الجسيمات والنظرية الموجية ما زال منذ ذلك الوقت دائر الرحى حتى يومنا هذا .

ان الصراع الذى نشأ فى القرنين السادس والسابع عشر على أساس من مذهب ابن الهيثم فى الضوء وفى المعايير الديناميـكية الأخرى مثل الاعتماد وتحليله الى مركبتين أو قسطين متعامدين ؛ ومثل الميل والقصور الذاتي ، كان بدء التمرد على العلم الاسلامى والنزوع الى مجالات أخرى فى التفكير الواعى لمناشط علمية جديدة ولآفاق أوسع .

ويشبه هذا الصراع ما عانته الحضارة الاسلامية النامية فى القرن العاشر الميلادى حينما تمرد الرازى على الطب الاغريقى فألف « فى الشكوك على جالينوس » وألف ابن الهيثم فى « الشكوك على أوقليدس » وفى الشكوك على بطليموس » وألف ابن رشد فيمـا بعد متمردا على أرسطو وهو متتبع مناحيه .

فكان القرن العاشر الميلادى نقطة التمرد للعلم الاسلامى على طفح العلم الاغريقى الذى كان قد أصابه بغلالات رقيقة من ظاهرة التشكك الكاذب ، فكان هناك ابتكار وكان هناك ابداع .

وبالمثل كان القرن السادس عشر نقطة التحول فى العـلم الأوروبى .

هندسيّات

الهندسيات أى المسائل الهندسية ، هى علم يبحث فيه عن أحوال المقادير من حيث التقدير ، وينثنى أى ينعطف وترجع اليها مسائل الرياضيات ، وهى علم يبحث عن أمور مادية يمكن تجريدها عن المادة فى البحث ، وهو المسمى بالعلم التعليمى والعلم الأوسط بالنسبة الى الالهى الأعلى والطبيعى الأدنى ، وأصوله أربعة : الهيئة والهندسة وعلم العدد المسمى بآرثماطيقى وعلم التأليف الذى معظمه الموسيقى ، وفروعه كثيرة كعلم المناظر وجر الأثقال وغيرها .

ذلك هو مفهوم هذا العلم فى الحضارة الاسلامية ، ولابن الهيثم باع طويل فيه وسنورد هنا قليلا مما كتب فيه :

١ ـ **مسألة « الهازن »** : عرفت هذه المسألة بهذا الوصف منذ عصر النهضة الأوروبية ، وتناولها الكثيرون من العلماء أمثال « بارو » أستاذ الرياضة بجامعة كمبردج عندما كان نيوتن تلميذا بها فى النصف الثانى من القرن السابع عشر ، وكذلك « كرستيان هويجنز » العالم الفيزيقى المشهور (١٦٢٩ ـ ١٦٩٥) الذى كان معاصرا لديكارت ونيوتن ، وتتلخص المسألة فيما يلى : ـ

« اذا فرضت نقطتان حيثما اتفق أمام سطح عاكس ، فكيف تعين على هذا السطح نقطة بحيث يكون الواصل منها الى احدى النقطتين المفروضتين بمثابة شعاع ساقط ، والواصل منها الى الأخرى بمثابة شعاع منعكس ؟ » .

حقيقة الأمر أن ابن الهيثم كان متأثرا ببحوث الكندى فيلسوف العرب ، ولا أغالى اذا قلت أنه قد نحى منحاه فى هذا الصدد ، ولكنه فاقه فيما ابتكر من حلول عميقة سنذكرها اقتضابا فيما بعد ، اننا لا نلقى الكلام جزافا ، اذ أن دليلنا فى هذا الموضوع مخطوط « كتاب الشعاعات الشمسية » لمؤلفه « يعقوب بن اسحق الكندى » والموجود بمكتبة خدابخش بتنة فى حيدر آباد الدكن بالهند ، وله صورة فوتوغرافية بمعهد مخطوطات الجامعة العربية .

ومن ناحية أخرى كان الكندى متأثرا بتلك الأسطورة المتوارثة عن أرشميدس السكندرى ، حيث قيل انه ابتكر مرايا عاكسة لضوء الشمس ، استخدمها لاحراق سفن العدو المهاجمة لبلاده عندما كان فى سيراكوزا ، فيقول الكندى فى مخطوطه :

« أحرق مراكب المحاربين له بشعاع الشمس ، وجب من هذه الجهة اثبات ذلك ، فانه ممكن باضطرار ، فنحن ناظرون فى ذلك بقدر ما يمكننا ، واضعون لتهيئة ذلك مقدمات أشياء يسيرة نحن اليها مضطرون فيما نريد من تهيئة المرايا ، فهذا قول «اثناميوس»، وقد كان يجب على « اثناميوس » ألا يقبل خبرا بغير برهان ، وقد مثل كيف يعمل مرآة تنعكس منها أربعة وعشرون شعاعا على نقطة واحدة ، ولم يبين كيف تكون النقطة التى يجتمع عليها الشعاع ، على أى بعد شيئا من وسط سطح المرآة ، ونحن ممثلون ذلك على أوضح ما يمكننا وأقربه ، ومبينون بالبراهين الهندسية والجهة الأخرى التى ذكرها على أوضح ما تبلغه طاقتنا ، ونتمم من ذلك ما كان ناقصا ، فانه لم يذكر بعدا مفروضا » .

وهكذا يتابع الكندى فروضه الهندسية المتعددة الجوانب ، ثم يشفعها ببراهين موضحة أشكالها ، مما لا مجال له هنا ، فنحن بصدد دراسة ابن الهيثم وليس الكندى ، ولكننا نستطيع أن نجمل دراسات الكندى فى النقاط التالية : ـ

١ ــ الشعاع الواقع على سـطح المرآة المقعرة السطح تقعيرا كريا ، والشعاع المنعكس منها يقطعان أعظم دائرة فى كرة تلك المرآة المتممة لها بخطين متساويين ٠

٢ ــ الشعاع المنعكس عن سطح المرآة الكرية التقعير ، لا يمر على مركز كرتها منه أبدا : الا الشعاع الواحد الواقع على مركز المرآة ، أعنى الذى هو قطر دايرتها ، فانه وحده ينعكس على ذاته ٠

٣ ــ نريد أن نحد العلامة التى يمر عليها الشعاع المنعكس من علامة مفروضة من المرآة المقعرة السطح تقعيرا كريا من الخط الخارج من مركز الدائرة العظمى من الكرة المتممة لها ٠

٤ ــ نريد أن نجد المرآة المقعرة السـطح تقعيرا كريا التى تنعكس شعاعات الى مركزها ، ثم يختتم الكندى مخطوطه قائلا :

« فانا قد قدمنا من موضوعاتنا ما فيه كفاية فى علم هـذه الصناعة ، فلنذكر ما وعـدنا ذكره مما قال اثناميوس فى ذات الأربعة وعشرين شعاعا ، على أقصد المسالك الى علم ذلك ، وايضاحه بتوفيق ذى القدرة ٠

نريد أن نعمل مرآة ينعكس منها أربعة وعشرون شعاعا الى علامة واحدة :

فليكن المثال لذلك أن نعرض سطح المرآة مسدس أ ب ج ء هـ و المتساوى الأضلاع والمتساوى الزوايا ، ولتـكن المرآة مستوية السطح ••• وقد يمكننا أن نعمل مرآة ينعكس منها كم شـعاع شيئا من العمود الخارج من مركزها أتقن مما عمل اثناميوس .. »

نعود ثانيا الى مسألة ابن الهيثم ، فنقول أنه قد فاق الذين سبقوه فى هذا الموضوع ، فاق ما تناوله بطليموس (١) القلوذى

---

(١) الحسن بن الهيثم : بحوثه و كشوفه البصرية لمصطفى نظيف .

فيما يتعلق بالنقطتين المختلفتى البعـد عن المركز ، بل ابتكر حلولا عجز عنها بطليموس ، وعجز عن ايرادها الكندى ، انه ابتكر الحلول العامة لتعيين نقطة الانعـــكاس فى أحوال المرايا الكرية والاسطوانية والمخروطية المحدبة منها والمقعرة .

ان المسألة سهلة بسيطة اذا كان السطح العاكس مستويا ، كما تناولها الكندى ، لأنه اذا أخرج من احدى النقطتين المفروضتين عمود على السطح كان المستوى الذى يقع فيه هذا العمود والنقطة الثانية هو مستوى الانعكاس ، فاذا مد هذا العمود على استقامته الى نقطة ، بحيث يكون بعدها عن النقطة التى يلقى عليها هــذا العمود السطح العاكس كبعد النقطة الأولى عنها ، ثم وصلت تلك النقطة الى النقطة الثانية المفروضة ، كانت النقطة التى يلقى عليها هذا الواصل العاكس هى نقطة الانعـــكاس المطلوب تعيينها ، والبرهان على ذلك يسير ، والمسألة سهلة بسيطة اذا كان السطح العاكس كريا أو اسطوانيا أو مخروطيا فى حالات خاصة معينة .

ففى حالتى السطح الاسطوانى أو المخروطى اذا كانت النقطتان المفروضتان وسهم الاسطوانية أوسهم المخروطية فى مســـتوى واحد ، كان هذا المستوى هو مستوى الانعكاس ، وكان الفصـــل المشترك بينه وبين السطح العاكس خطا مستقيما ، وآل الانعكاس الى ما يشبه الانعكاس عن السطح المستوي ، كذلك فانه من السهل تعيين نقطة الانعكاس عن السطح الكرى المحدب اذا كانت النقطتان المفروضتان على بعد واحد من مركز كرة السطح ، ومن السهل أيضا تعيين نقطة الانعكاس أو بوجه عام نقاطه عن السطح الكرى المقعر اذا كانت النقطتان على قطر واحد من أقطار الكرة ، أو اذا لم تكونا على قطر واحد كانتا على بعد واحد من مركز الكرة .

ولكن تزول عن المسألة هذه السمة من السهولة فى أحوال السطوح غير المستوية ؛ اذا فرضت النقطتان حيثما اتفق فى مقابلة

جزء منها ، وابن الهيثم لم يودع كتابه المناظر حلولا للمسألة فى مثل الأحوال الخاصة المذكورة فحسب ، بل تناول أيضا بحثها من الناحية العامة ، وأورد لها حلا لكل نوع من أنواع المرايا الكرية والاسطوانية والمخروطية المحدبة منها والمقعرة .

تناول ابن الهيثم دراسة الموضوع على أساس منطقى سليم ، فعنى أولا بوضع بضع نظريات أو بالأحرى عمليات هندسية ، هى فى ذاتها على جانب ليس بالقليل من التعقد وبعد المنال ، ذكرها وبين كيفية اجرائها ، ووضع لها البراهين المضبوطة ، وذلك كله على أساس هندسى لا عيب فيه ، ثم اتخذ هذه العمليـــات الهندسية مقدمات الى الحلول التى أرادها لتعيين نقطة الانعـكاس ، وساق لتلك الحلول بعد ذلك براهينها الهندسية ، فبحوثه فى هذا الأمر يجب أن تراعى كوحدة واحدة تتكون من قسمين أحدهما المقدمات الهندسية ، والثانى الحلول العامة المبينة على تلك المقدمات ، وعلى هذه الصفة يمكن تقدير القيمة الحقيقية لتلك البحوث ، هـــذا النمط من البحث انما يعكس تفكيره المنطقى الســـليم المبنى على دعامات من التحليل والتركيب كما يتضح من مخطوطه هذا فى الخطوط العامة .

* * *

ولقد عنى بعض العلماء بتاريخ نشوء هذا البحث من قبل أن يتناوله ابن الهيثم ، وعن مبلغ ما يصح نسبته الى ابن الهيثم من الفضل فى ابتكار الحلول التى أوردها ، وما يصح نســبته الى المتقدمين من العلماء ، وعلى رأس هؤلاء المستشرقين « فون بودا » عام ١٨٩٣ م .

لم يرد البتة فى مناظر أوقليدس موضـــوع البحث عن نقطة الانعكاس ، وانما ورد فى كتاب المناظر المنســـوب الى بطليموس القلوذى ، غير أن ما جاء منه فى هذا الكتاب وان أريد منه أن يتناول المرآة الكرية فلم يتجاوز ما يتعلق بالكرية المحدبة بيان أن تعاكس

النقطتين عنها لا يكون الا من نقطة واحدة ، أما فيما يختص بالكرية المقعرة فقد تناول البحث بضع حالات خاصة نذكرها فيما يلى :

(أولا) الحالة التى تكون فيها النقطتان المتعاكستان على قطر واحد من أقطار المرآة ، وروعى فيها وضعان أحدهما الوضع الذى تكون فيه النقطتان على بعد واحد من المركز ، والثانى الوضع الذى تكون فيه النقطتان على بعدين مختلفين من المركز .

(ثانيا) الحالة التى لا تكون فيها النقطتان على قطر واحد من أقطار المرآة ، وانما تكونان فيها على بعدين متساويين من المركز ، وقد قسم البحث عنها قسمين روعى فى أحدهما أن يكون المستقيم الواصل بين النقطتين المتعاكستين واقعا بين مركز المرآة والجزء العاكس من سطحها ، وهو القسم الذى يقابل من بحوث ابن الهيثم الانعكاس من قوس القطاع الأول ، وفيه تخرج الدائرة المحيطة بالمثلث المكون من مركز المرآة ومن النقطتين المتعاكستين ، فان قطعت الدائرة محيط دائرة الفصل على نقطتين ، كانت نقطتا التقاطع نقطتى انعكاس ، وكانت أيضا النقطة التى يلقى عليها العمود المنصف للمستقيم الواصل بين النقطتين محيط دائرة الفصل ، نقطة انعكاس أيضا ، فيكون نقاط الانعكاس ثلاثا ، أما اذا لم تقطع الدائرة المحيطة بالمثلث المذكور محيط دائرة الفصل ، كانت نقطة الانعكاس واحدة وهى النقطة التى يلقى عليها العمود المنصف للمستقيم الواصل بين النقطتين محيط دائرة الفصل .

وقد حاول بطليموس فى هذا المقام أن يبرهن على امكان تعاكس النقطتين المختلفتى البعد عن المركز من ثلاث نقاط ، ولكن كانت غاية ما استطاعه أن يعين القوس التى لا يؤدى فرض الانعكاس من نقطة منها الى الخلف ، أى التى يصح أن تتعاكس النقطتان من نقطة منها ، أما كيفية تعيين نقطة الانعكاس بالذات أو اثبات امكان الانعكاس من ثلاث نقاط فلم يستطع شيئا منهما .

أما القسم الثانى من البحث فقـــد روعى فيه أن يكون الخط الواصل بين النقطتين المتعاكستين فيما يلى مركز المرآة من الجزء العاكس من سطحها ، وهو يقابل من بحوث ابن الهيثم الانعكاس من قوس القطاع المقابل ، وفى هذا الصدد بين بطليموس فيمـــا يختص بالنقطتين المختلفتى البعد من المركز امكان تعاكسهما من نقطة تلك القوس ٠

تلك هى بالتفصيل الأحوال التى ذكرت فى مناظر بطليموس والتى أوردها « بودا » فى كتابه ، أما المرايا الاسطوانية والمخروطية فلم يتجاوز ما ورد عنهما غير بضـــع كلمات اكتفى بذكر تـلكم المرايا ٠

ويتضح من هذا أن بطليموس وان كان قد سبق ابن الهيثم الى ذكر بعض الأمور المتعلقـــة بنقطة الانعـــكاس عن المرايا الكرية المقعرة ، فانه لم يحسن منها الا معالجة حالتين خاصتين ، احداهما حالة النقطتين اللتين على قطر واحد من أقطار المرآة ، والثانية حالة النقطتين اللتين ليستا على قطر واحد اذا كانتا على بعد واحد من المركز ٠

وانتابت بحوث ابن الهيثم عن المسألة التى وضعها وحلوله التى ابتكرها شكوك ، رغم أن هذه البحوث قد بلغت الذروة ، ويقول عنها الأستاذ مصطفى نظيف :

« هى فى نظرنا آية بينة لما أوتيه هـــذا الرجل من المواهب الرياضية الممتازة والعقل الناضج والنظر البعيد الثاقب ، وما كان له من سعة الحيلة والكفاية فى علم الهندسة ، واعتمد الغرب على الترجمة اللاتينية لكتاب المناظر لهذه البحوث وتعليقـــات القس « فتلو » عليها ، وهى تعليقات تشوبها أغلاط وأخطاء لصعوبة ادراكها ، مما حدا لعالم مبرز مثل « بارو » الأستاذ بجامعة كمبردج أن يقول عن الحل الذى أورده ابن الهيثم لايجاد نقطة الانعكاس

عن سطح المرآة الكرية المقعرة انه « مطولا تطويلا شنيعا »
أما « بودا » المستشرق الألمانى فيصف بعض براهين ابن الهيثم بالتعقيد ، ويقول عن برهانه على تعيين نقطة الانعكاس عن سطح المرآة الاسطوانية المحدبة انه يشق على الفهم ، ويعزى ذلك الى الأخطاء المطبعية فى النسخة اللاتينية من ناحية ، والى عدم صحة الشكل الوارد فيها من ناحية أخرى .

وهو وان كان قد أورد طريقة ابن الهيثم لتعيين نقطة الانعكاس عن المرآة الكرية المحدبة وعن الاسطوانية المحدبة وعن المخروطية المحدبة ، فانه أوردها بايجاز وأوجز فى الوقت نفسه المقدمات الهندسية التى بنى عليها ابن الهيثم بحوثه فى كل هذه الأمور ، ولم يورد براهين ابن الهيثم عليها .

ويرجع الفضل الى اماطة اللثام عن هذا الغموض الى بحوث الأستاذ مصطفى نظيف الذى قام بتصحيح الأخطاء ، ثم قام بشرح تفاصيل هذا الموضوع تفصيلا رائعا مبسطا ، لا يترك لبعده من مزيد .

* * *

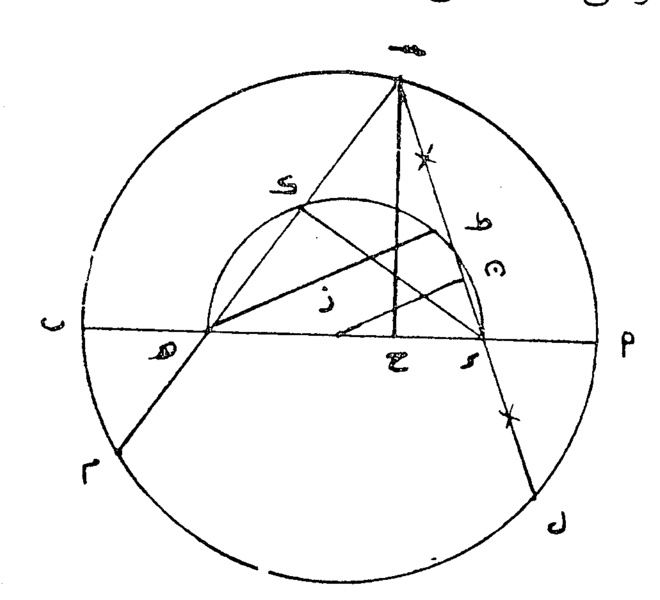
٢ ــ نترك هذا الموضوع الهندسى الفيزيقى ، لكى نطرق مسألة هندسية بحتة وهى مذكورة فى المخطوط ن خ ٨ م بدار الكتب المصرية ، وهى من ابتكار ابن الهيثم ومنطوقها كالآتى : ــ

« اذا فرض على قطر دائرة نقطتان بعدهما عن المركز متساويان ، فان كل خطين يخرجان من النقطتين ، ويلتقيان على محيط الدائرة ، فان مجموع مربعيهما مساو لمجموع مربعى قسمى القطر » .

هذا هو منطوق الفرض بلفظ ابن الهيثم ، وهو يعقبه ببرهان به قليل من الأخطاء ، ويرجع ذلك الى الناسخ للمخطوط ، وقد رأينا أن نشرح الموضوع كله بلغة العصر الحاضر لكى يسهل استيعابه وفهمه .

الفـــرض :

دائرة أ ب جـ قطرها أ ب ومركزها نقطة ز ، أخذت نقطتان ء ، هـ بعدهما عن المركز متساويين ، وأخرج منهما ء جـ ، هـ جـ فتلاقيا فى جـ وهى نقطة على محيط الدائرة حسب الشكل التالى :



المطلوب اثباته : $\overline{ء حـ}^2 + \overline{هـ حـ}^2 = \overline{ب ء}^2 + \overline{ء ا}^2$

العمـــل : ندير على ء هـ نصف دائرة هـ ك ط ء ونصـــل ء ك ، هـ ط ثم نخرج حـ ح عمودا ا ب يقابله فى ح ، وننفذ حـ ء ، حـ هـ على استقامتيهما الى ل ، م على محيط الدائرة ،

وننزل عمود ز ن من ز على حـ ل

البرهان : ∵ ء ط ك هـ نصف دائرة

∴ د ء ط هـ = ق ، د حـ ح هـ = ق

والمثلثان حـ ء ح ، هـ ط ء متشابهـــــان لأن د حـ ء ح مشتركة ،

د هـ ط ء = د حـ ء ح = ق ∴ $\frac{ء حـ}{ء هـ} = \frac{ء ح}{ء ط}$

∴ حـ ء · ط ء = ء ح · ء هـ

وبالمثل حـ هـ · هـ ك = ء هـ · هـ ح

وبالجمع حـ ء · ط ء + حـ هـ · هـ ك = ء هـ (ء ح + هـ ح) = ء هـ² ا

، ∵ ز ن عمود فخط ل ن = ن حـ

/ خط ن ط = ء ن ، ∴ ء ل = ط حـ

∴ حـ ء · ء ل = ء حـ · حـ ط

ولكن حـ ء · ء ل = ب ء · ء ا وترين متقابلين فى ء

∴ حـ ء · حـ ط = ب ء · ء ا

وبالمثل هـ حـ · حـ ك = ا هـ · هـ ب

ولكن ا هـ · هـ ب = ب ء · ء ا

∴ بجمع ٢ ، ٣ ـ حـ ء · حـ ط + هـ حـ · حـ ك = ٢ ب ء · ء ا

لأن ب ء = هـ ا ∴ حـ ء · حـ ط + هـ حـ · حـ ك = ٢ هـ ا · ء ا

ولكن من ا حـ ء · ط ء + حـ هـ · هـ ك = ء هـ²

∴ حـ ء · ء ط + حـ ء · حـ ط + حـ هـ · هـ ك + حـ هـ · حـ ك = ٢ هـ ا · ا ء + ء هـ²

∵ المستقيم ء هـ مقسم من الخارج فى ا

∴ ء هـ² = ا هـ² − ٢ ا هـ · ا ء + ا ء²

∴ ء هـ² + ٢ ا هـ ء ا ء = ا هـ² + ا ء²

∵ هـ ا = ء ب

∴ حـ ء · ء ط + حـ ء · حـ ط + حـ هـ · هـ ك + حـ هـ · حـ ك = ب ء² + ء ا²

∴ ء حـ² + حـ هـ² = ب ء² + ء ا²

وذلك ما أردنا أن نبين

مثل هذه المسائل ينبغى أن يدرسها طالب ثانوى كنموذج من النماذج ، ويطلق عليها مسألة هندسية لابن الهيثم ، حتى يشعر الطالب العربى بما كان عليه علماء العرب من فكر عميق ، مثل هذا يحدث فى الكتب الأجنبية حيث يقول الفرنسة ان هذه معادلة لاجرانج ويقول الألمان تلك معادلة اويلر ، وهكذا .

* * *

ننتقل بعد ذلك الى موضوع هندسى آخر لابن الهيثم ، نسرد بعضا منه عن مخطوط « قول ابن الهيثم فى خواص المثلث من جهة العمود » ؛ والمخطوط موجود بمكتبة خدابخش بتنة بحيدر آباد الدكن فى الهند وتاريخ نسخه ٦٣٢ هجرية ، وقد سبق لى أن حققته علميا فى مجلة رسالة العلم عدد مارس ١٩٦٦ م ، ويبتدىء المخطوط بالبسملة كما هى عادة علماء العرب ثم يقول :

« ان المتقدمين من المهندسين نظروا فى خواص المثلث المتساوى الأضلاع ، فظهر لهم أن كل نقطة تعترض على ضلع من أضلاع المثلث المتساوى الأضلاع ، ويخرج منها عمودان على ضلعى المثلث الباقيين ، فان مجموعهما مساو لعمودى المثلث وأثبتوه فى كتبهم .

ونظروا فى أعمدة المثلث الباقية فلم يجدوا لها نظاما تاما ، ولا ترتيبا فلم يذكروا فيها شيئا ، ولما كان الحال هذه دعتنا الحاجة الى النظر فى خواص المثلث ، فوجدنا لأعمدة المثلث المتساوى الساقين نظاما مطردا ، ووجدنا لأعمدة المثلث المختلف الأضلاع أيضا نظاما وترتيبا مطردا .

فلما تبين لنا ذلك ألفنا فيه هذه المقالة .

ونحن نقدم أولا ما ذكره المتقدمون من خاصة أعمدة المثلث المتساوى الأضلاع ثم نتبعه بما استخرجناه نحن من خواص أعمدة المثلثات الباقية ، لتكون خواص أعمدة جميع المثلثات مجتمعة فى هذه المقالة .

أما الذى ذكره المتقدمون فهو كل مثلث متساوى الأضلاع نفرض على أحد أضلاعه نقطة ، ويخرج منها عمودان الى الضلعين الباقيين ، فان مجموعهما مساو لعمود المثلث » .

ثم يبرز ابن الهيثم مقالا لما ذكره المتقدمون وهو :

مثلث أ ب ج متساوى الأضلاع وفرض على الضلع أ ب نقطة ء حسب الرسم التالى ، وخرج منها عمودا ء هـ ، ء ر وأخرج عمود أ ح فان عمودى ء هـ ، ء متساويان بمجموعهما لعمود أ ح .

البرهـــان :

يرسم الخط ء ك موازيا للضلع ب حـ فعلى ذلك يصبح △ ا ء ك متساوى الأضلاع

لتشابهه مع المثلث الأصلى ا ب حـ

∴ ا ط = ء ر

٢ الضلع ء هـ يوازى ويساوى ط ح

∴ ء ر + ء هـ = ا ط + ط ح

ويذكر ابن الهيثم أيضا أن المتقدمين أثبتوا أيضا أن كل مثلث متساوى الأضلاع ، اذا فرضت نقطة بداخله ، وخرج منها أعمدة على أضلاع المثلث ، فان مجموع تلك الأعمدة مساو لعمود المثلث .

هذه التمارين الهندسية بسيطة فى حد ذاتها ولكن مدلولها كبير، لأنها توضح ما كان عليه علم الهندسة قبل ابن الهيثم ، الذى يستطرد قائلا :

« وأما الذى استخرجناه نحو فهو الذى نذكره الآن :

كل مثلث تخرج من زواياه أعمدة على أضلاعه فان نسبة الضلع الى الضلع بالتكافؤ » .

مثال ذلك :

△ ا ب ح خرج فيه أعمدة ا ء ، ب هـ ، ح ر

فأقول أن نسبة عمود ا ء الى عمود ب هـ كنسبة ا ج الى ح ب

وأن نسبة عمود ا ء الى عمود ح ر كنسبة ا ب الى ب ح .

برهان ذلك :

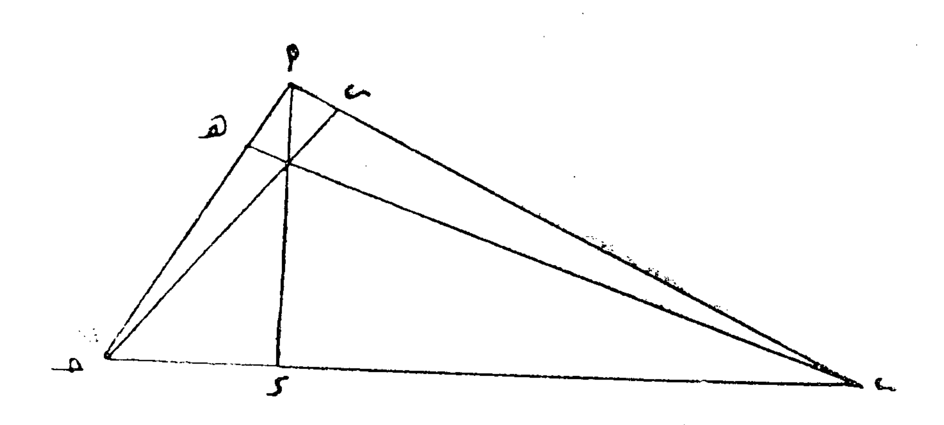
ان زاويتى ء ، هـ كل واحدة منهما قائمة

وزاوية ح مشتركة

△ ا ح ء يشابه △ ب ح هـ

$$\frac{\text{ا ح}}{\text{ح ب}} = \frac{\text{ا ء}}{\text{هـ ب}}$$ (فى الأصل ا ح خطأ)

وكذلك يمكن اثبات أن $\frac{\text{ا ب}}{\text{ب ح}} = \frac{\text{ا ء}}{\text{ح ر}}$

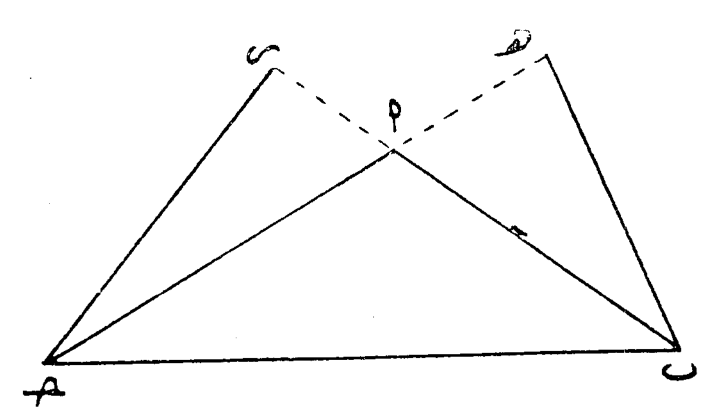


فاذا كان المثلث حاد الزوايا فمساقط الأعمدة تكون ثلاثتها فى داخل المثلث على ما فى الصورة السابقة .

وان كان المثلث منفرج الزاوية فواحدة من الأعمدة تكون فى داخل المثلث ، والعمودان الباقيان يكونان خارج المثلث على ما فى

الصورة التالية وان كان المثلث قائم الزاوية ، فالعمودان الخارجان من الزاويتين الحـادتين انمـا هما ضلعا المثلث المحيطان بالزاوية القائمة ٠

ثم يستطرد ابن الهيثم فى سرد الكثير من الفروض ، ويبرهنها بطرق مبسطة :



ومثال ذلك :

« وأيضا فان كل مثلث قائم الزاوية مختلف الأضلاع تخرج من زاويته القائمة عمود على القاعدة ، ثم نفصل من أعظم قسمى القاعدة مثل أصغرها ، ونوصل بين نهايته وبين الزاوية القائمة بخط ، تم نقسم الزاوية التى تبقى من الزاوية القائمة بنصفين ، فان الجزء الذى ينفصل من القاعدة بين الخط الذى يقسم الزاوية الباقية وبين مسقط العمود مساو للعمود » ٠

ثم يوضح ابن الهيثم حالات المثلث المتساوى الساقين وحالات المثلث المختلف الأضلاع فى بقية مخطوطه ، وجميعها من ابتكاراته ولم يسبقه أحد فى الوصول اليها ٠

أوقليدس
مصادراته و شكوكه

ألف الحسن بن الهيثم كتابين عن أوقليدس هما :

١ ـ شرح مصادرات أوقليدس

٢ ـ فى حل شكوك كتاب أوقليدس

وكثيرا ما يتمثل بكتاب « الأصول » لأوقليدس ، فمن هو هذا الأوقليدس الذى أثار كل هذا الصراع العلمى بين حكماء العرب ؟

يقول قاضى زاده(١) فى مخطوطه « كتاب شرح أشكال التأسيس » الموجود بدار الكتب المصرية رقم ٧ مجاميع م :

« اقلى هو المفتاح ودس هو الهندسة أى مفتاح الهندسة ، أوقليدس وزيادة واو اسم رجل وضع كتابا فى هذا العلم المعروف ، وقول ابن عباس أوقليدس اسم كتاب غلط » ، فى الواقع لا ينطبق هذا الشرح على ما هو موجود بقواميس العرب فالأقليد هو المفتاح وليس أقلى كما يذكر المخطوط !

وحقيقة الأمر كما ذكره نصير الدين الطوسى فى مخطوطه « تحرير أصول أوقليدس » أن كتاب الأصول الذى يقال له الاستقصى

---

(١) قاضى زاده رومى هو عالم سمرقند الكبير أيام السلطان أولوغ بك (المتوفى عام ١٩٤٩ م) .

لتحليل سائر العلوم الرياضية اليه فى سالف الأيام ، كان مرتبا على خمس عشرة مقالة ، فمال بعض ملوك اليونان الى حله ، فاستعصى عليه فأخذ يتنسم أخبار الكتاب من كل وارد من أهل العلم عليه ، فأشار بعضهم الى رجل اسكندرانى في بلد الصور ، يقال له أوقليدس أنه مبرز فى علمى الهندسة والحساب فطلبه الملك ، وأمره بتهذيب الكتاب وترتيبه ، فهذبه ورتبه على ثلاث عشرة مقالة ، واشتهر الكتاب باسمه ، وحذف المقالتين الأخيرتين لأن مسائلها كانت من المقدمات التى يتوقف عليها براهين نسب المجسمات المذكورة فى المقالة الثالثة عشرة ، وكيفية رسم الأشكال المذكورة فيها بعضها فى بعض ، وكانت كلها تستبين منها ومن غيرها ومن المقالات المقدمة عليها ، وكان الكتاب موضوعا لأن يوضع فيه الأصول دون الفروع ، اذ هى غير متناهية ، ولذلك عدت قضايا لم تتبين الا فى هذا العلم من الأصول الموضوعة لما كانت ظاهرة البيان من مسائل الكتاب ، ثم نشأ بعد زمان بعسقلان رجل يقال له « انسقلاوس » برز فى العلوم الرياضية ، وألحق المقالتين بالكتاب بعد تهذيبهما ، فصار الكتاب بهما خمس عشرة مقالة ، ثم نقل الى العربية مرتبا على خمس عشرة مقالة ، واشتهر من النسخ المنقولة نسختان بين علماء هذه الصناعة ، احداهما هى التى أصلحها ثابت بن قرة الحرانى والأخرى هى التى نقلها وأصلحها حجاج بن مطر .. الخ » .

ثم أخذ كثير من المتأخرين فى تحريره متصرفين فيه ايجازا وضبطا وايضاحا وبسطا : والأشهر مما حرروه تحرير المحقق نصير الدين الطوسى :

ولم يؤثر كتاب الأصول لأوقليدس فى المناشط العلمية فقط ، بل أثر فى الفلسفة الاسلامية أشد تأثير ، وهاجمه الامام الغزالى فى كتابه المنقذ من الضلال ، وقال بعض الشعراء فيه شعرا ركيكا ، ذكره قاضى زاده فى مخطوطه :

وذو هيئـــة يزهو بوجه مهندس أموت به فى كل يوم وأبعث
أحاط بأشـــكال الملاحة وجهه كأن به اقليـــدسا يتحـــدث
فعــــارض خط استوا وخاله به نقطة والصدغ شكل مثلث

* * *

يقول بعض شراح مقالات أوقليدس ، أن الأسباب التى منها يؤلف العلم ، وبمعرفتها يحاط بالعلوم يلى الخبر والمثـــال والخلف والترتيب والبرهان والفصل والتمام ، وأن أوقليدس يستعمل فى بعض الأشكال جميع هذه الأسباب السبعة التى ذكر أن منها يؤلف العلم ، وبمعرفتها يحاط بالعلوم ، وقد يتم الشكل الرابع فقط من المقالة الأولى بالأربعة منها ، أعنى بالخبر والمثال والبرهان والتمام ، وأكثرها يتم بالخمسة أعنى بزيادة الترتيب ، ولا يتم شكلا واحدا بستة لأن الخلف مقرون بالفصل ، وأما ما جعل الخاف بعد المثال فهو بين من المسائل التى برهن عليها بالخلف .

أما الخبر فهو الخبر المقدم عن الجملة قبل التفسير .

وأما المثال فهو صور الأشكال المدلول بصفتها على معنى الخبر .

وأما الخلف فهو خلاف المثال وصرف الخبر الى مالا يمكن .

وأما الترتيب فهو تأليف العمل المتفق على مراتبه فى العلم .

وأما الفصل فهو فصل ما بين الخبر الممكن وغير الممكن .

وأما البرهان فهو الحجة على تحقيق الخبر .

وأما التمام فهو احاطة العلم بالمعلوم التابع لجميع ما ذكر .

ومن جهة أخرى نرى الخوجة نصير الدين الطوسى (١) يذهب الى التجميع ، فيقول أن أوقليدس يبنى براهينه على ثلاث فئات من القضايا هى : —

---

(١) تحرير أصول الهندسة والحساب مخطوط بدار الكتب المصرية رقم ١ هندسة م .

١ ـ الحدود مثل قوله :

« ان النقطة مالا جزء له » أو ان « الخط طولا بلا عرض وينتهى بالنقطة » أو ان السطح أو البسيط ماله طول وعرض فقط وينتهى بالخط .

٢ ـ العلوم المتعارفة مثل قوله :

الأشياء المساوية لشيء بعينه متساوية ، أو

ان أزيد على المتساوية أو نقص منها متساوية ، حصلت متساوية ، أو ان الكل أعظم من الجزء

أما المصادرات التى يضعها أوقليدس فهى الخمس الآتية : ـ

١ ـ لنا أن نخط خطا مستقيما بين أى نقطتين .

٢ ـ وأن نخرج خطا مستقيما محدودا على استقامته .

٣ ـ وأن نرسم دائرة على أى نقطة وبأى بعد .

٤ ـ الزوايا القائمة كلها متساوية .

٥ ـ اذا وقع خط مستقيم على خطين مستقيمين فصير الزاويتين الداخلتين على جهة بعينها انقص من قائمتين ، فان المستقيمين ان أخرجا الى غير حد ، يلتقيان فى تلك الجهة .

ويلاحظ أن المصادرات الثلاث الأولى تطلب التسليم بامكان عمل بعض الأشكال الهندسية (ان فى الواقع أو فى المخيلة) ، فى حين أن المصادرتين الأخيرتين تقرر كل منهما حقيقة معينة .

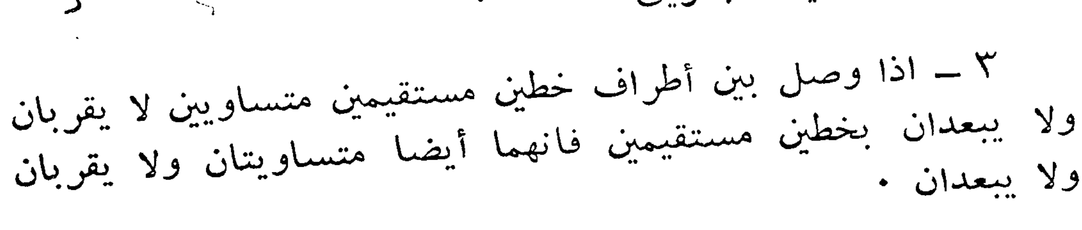
فالمصادرة الرابعة تقرر تساوى الزوايا القائمة جميعا ، وبذلك تجعل من الزاوية القائمة مقدارا متعينا يقاس به غيرها من الزوايا ، وهذا الأمر بالاضافة الى ما يبدو من وضوح هذه المصادرة ، هو

الذى دعا بعض الشراح القدماء الى اخراجها من جملة المصادرات ووضعها فى عداد العلوم المتعارفة .

والمصادرة الخامسة تقرر التقاء الخطين المستقيمين المرسومين فى سطح واحد مستو ، ان تحقق شرط معين .

ويذهب ثابت بن قرة الحرانى فى مقالته عن برهان المصادرة المشهورة من أوقليدس فى مخطوطه الموجود بدار الكتب المصرية ن خ ٧ رياضة م الى تجديد المصادرة فى الخطوات التالية :

١ ـ اذا وقع خط مستقيم على خطين مستقيمين وكانت الزاويتان المتبادلتان متساويتين فان ذينك الخطين لا يقربان ولا يبعدان فى جهة من جهتيهما مثل خطى أ ب ، جـ ء وقع عليها خط هـ ز فكانت زاويتا أ هـ ز ، هـ ز ، متساويتين .



يستند ثابت بن قرة فى برهان هذه القضية على طريق الخلف .

٢ ـ اذا وقع خط مستقيم على خطين مستقيمين لا يقربان ولا يبعدان فى جهة من جهتيهما فان المتبادلتين متساويتان .

والبرهان أيضا بطريق الخلف .

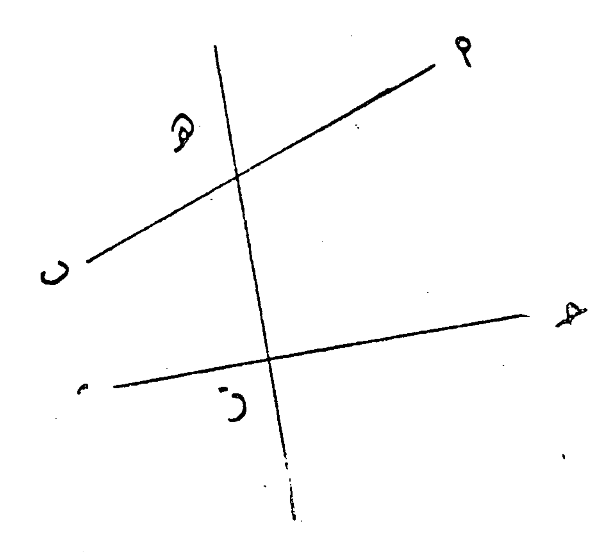
٣ ـ اذا وصل بين أطراف خطين مستقيمين متساويين لا يقربان ولا يبعدان بخطين مستقيمين فانهما أيضا متساويتان ولا يقربان ولا يبعدان .

٤ ـ كل مثلث يقسم ضلعين من أضلاعه وكل واحد منهما بنصفين ، ويوصل بين النقطتين اللتين قسما عليهما بخط مستقيم فانه نصف الضلع الآخر ولا يقرب منه ولا يبعد .

٥ ـ اذا وقع خط مستقيم على خطين مستقيمين فصير الزاويتين اللتين فى جهة واحدة أقلِ من قائمتين فان الخطين اذا أخرجا فى تلك الجهة التقيا .

* * *

وليكن أ ب ، جـ ء هما الخطين المستقيمين المرسومين ، وليكن هـ ز قاطعا لهما بحيث أن مجموع الزاويتين ب هـ ز ، هـ ز ، أقل من قائمتين ، فالمصادرة تقرر أن الخطين لابد من أن يلتقيا ان أخرجا باستمرار فى جهة ب ، ء .



والحق أن هذه المصادرة كانت هدفا لنقد الرياضيين من اللحظة التى أعلنها فيها أوقليـــدس ، وقد أوضح أبروقلوس (Proclos) ٤١٠ ـ ٤٨٥ م فى شرحه على المقالة الأولى من كتاب « الأصول » نوع الاعتراضات التى وجهت اليها ، ويمكن تلخيص هذه الاعتراضات الأولية فيما يلى :

ليست المصادرة الخامسة مصادرة بمعنى الكلمة ، أى أنها ليست من القضايا التى يجوز التسليم بها دون برهان ، وانمـــا هى فى الحقيقة قضية تنطوى على صعوبات بالغة ، وهنا يستشهد ابروقلوس

بمحاولة بطليموس الفلكى فى البرهنة على هذه القضية ، والتى يعتبرها غير موفقة .

فقد يسلم المرء بأن فى انقاص الزاويتين الداخليتين عن قائمتين ما يستلزم بالضرورة تقارب الخطين من جهة هاتين الزاويتين ، ولكن هذا وحده لا يكفى للجزم بأن الخطين لابد ملتقيان فى نقطة ما ، اذ من المعلوم أن هناك خطوطا هندسية يقترب الواحد منها نحـــو الآخر باستمرار ، دون أن يلتقيا أبدا (ومثل ذلك القطع الزائد Hyperbola والخط المستقيم المقارب له Asymptote).

واذن فلابد من البرهنة على أن الخطوط المستقيمة ليست من ذلك النوع ، وعلى ذلك فالمصادرة الخامسة هى مجرد فرض راجح الصدق ، ولكن لما كان رجحان الصدق لا يكفى للاقناع فى الهندسيات فلا مفر من البرهنة عليها .

وبالفعل صاغ أبروقلوس برهانا جديدا فى شرحه المذكور بعد أن بين وجوه النقص التي رآها فى برهان بطليموس ، ولكن محاولة أبروقلوس هذه لم تكن الأخيرة من نوعها ، فقد أدرك الرياضيون اللاحقون من العيوب فى برهان أبروقلوس مثل ما أدركه هو فى براهين السابقين .

وكان لابد لهم أن يحاولوا من جديد ما حاوله هو من قبل ، واستمرت المحاولات على هذا النحو فى العالم القديم ، ثم انتقلت العدوى الى العالم الاسلامى بعد ترجمة كتاب الأصول الى العربية فى نهاية القرن الثـــــانى الهجرى ، ودلا دلوه كل من ثابت بن قرة والحسن بن الهيثم وعمر الخيام والجوهرى ونصير الدين الطوسى وأثير الدين الأبهرى وقاضى زاده رومى .

* * *

قال الطوسى أن هذه القضية ليست من العلوم المتعارفة ، ولا مما يتضح فى غير علم الهندســـة ، فاذن الأولى أن تترتب فى

المسائل دون المصادرات ، واعترض على أوقليدس فى الدليل ، وهذا أنسب الاعتراض معنى ، وان كان الأول الأقرب لفظا ، كما ذكر طائفة من مبرزى صناعة الهندسة .

قالوا ثبت فى الحكمة تجزئة المقادير المتصلة الى غير النهاية لامتناع الجزء الذى لا يتجزأ ، وهذا يجوز التقارب أبدا مع عدم الانتهاء الى التلاقى ، على معنى أن العقل لا يجزم بمجرد التقارب على تقدير تسليمه ما لا ينتهى الى التلاقى بناء على أن المقادير قابلة للتجزئة الى غير النهاية ، فلا تكون المقدمة القائلة بأن التقارب ينتهى الى التلاقى ضرورة ، فيتجه اليها المنع قبل أن يقام عليها البرهان .

على أن بعضهم زعم أن التقارب أبدا من غير انتهاء الى التلاقى ممكن فى نفسه وألف رسالة فى بيانه ، ويمكن أن يمنع أيضا قوله ، فيكون ما بين الخطين فى تلك الجهة أضيق ، ثم ألفوا فى بيان هذا الشكل رسالات مشتملة على أشكال ومقالات كالرسائل المنسوبة الى الحكماء والمهندسين مثل الحسن بن الهيثم وعمر الخيام والجوهرى ونصير الدين الطوسى وأثير الدين الأبهرى وقاضى زاده.

ولا خفاء فى أن ما ذكروه من جواز التقارب أبدا مع عدم التلاقى أمر يشهد صريح العقل بفساده ، هكذا يقول قاضى زاده فى « أشكال التأسيس » : « اذ لو ساغ ذلك أى التقارب مع عدم التلاقى بناء على ما ثبت فى الحكمة لامتنع التقارب أيضا ، لكن التالى بطل بالاتفاق ، فكذا المقدم ، وفيه منع ظاهر يشهد صريح العقل بصحته .

وما يقال من أن التقارب بين الشيئين انما يحصل بتقليل الوسايط بينهما ، وهو ان صح على ذلك التقدير ليس بشىء ، لأن ذلك التقدير انما يقتضى عدم انتهاء الوسايط الممكنة لاستحالة تقلبها ، فانه اذا أفرز شىء منها يكون الباقى أقل بلا اشتباه » .

ويستطرد قاضى زاده قائلا :

« فان قلت لا شك أن افراز شيء يتوقف على امتداد الخط مقدارا ما وهو صح على ذلك التقدير ، واستحال اخراج خط من نقطة الى أخرى لاشتمال ما بينهما على وسايط غير متناهية ، قلت الوسايط غير متناهية بالامكان لا بوجوبه حتى يلزم ما ذكره » .

***

وابن الهيثم فى مخطوطه « مصادرات أوقليدس » يتناول هذه القضية من ناحية أخرى ، ويبرز فيها مفاهيم جديدة تتناول الحركة والحس والتمييز ، فهو يرى أن استبدال منطوقها من « اذا وقع خط مستقيم على خطين مستقيمين فصير الزاويتين الداخليتين اللتين فى جهة واحدة أقل من قائمتين فان الخطين يلتقيان » الى منطوق آخر هو :

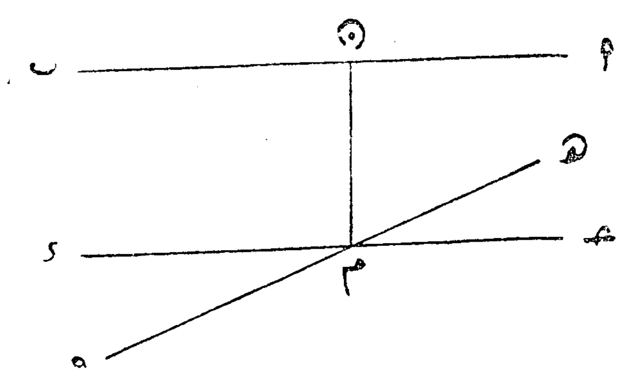
« ان كل خطين مستقيمين متقاطعين ، وليس بزاوية ، وخطا واحدا مستقيما » وهذه القضية ترجع الى تلك القضية الا أن هذه أبين من تلك ، اذ أنها ترجع الى تلك القضية ، ولأنه اذا خرج من نقطة التقاطع عمودا على الخط المفروض حدث بين العمود وبين الخطين المتقاطعين زاويتان ، وحدث بينه وبين الخط المفرد زاوية قائمة .

وان كان أحد الخطين المتقاطعين موازيا للخط المفرد ، فان الزاوية التى تحدث بينه وبين العمود تكون قائمة ، وذلك أن الخط الموازى هو الخط الذى يحدث من حركة العمود على الخط الذى هو عمود عليه ، اذ كان فى جميع حركته قائما على الخط الذى هو عمود عليه ، واذا كان فى جميع حركته قائما على الخط الذى هو متحرك عليه »

وتفسير ابن الهيثم يذكر فى اقامة عمود على النقطة م حسب الشكل التالى ، وهى نقطة تقاطع الخطين حـ ء ، هـ و والخط م ن عمود على حـ ء الموازى للخط ا ب ، ويثبت أن زاوية ن م هـ أقل من الزاوية القائمة ن م حـ .

وبما أن زاوية أ ن م = زاوية ن م حـ = ق

والخط ا ب ، حـ ء متـــــوازيان ، ثم أن الخط هـ و ، حـ ء متقاطعان ، فعلى ذلك فالخطان ا ب ، هـ و لابد متقابلان



ويقول بلفظه :

« وبين فى ذلك الشكل أن هذا الخط الذى يحدث يحيط مع العمود زاوية قائمة ، فاذا كان أحد الخطين المتقاطعين موازيا للخط المفرد (ج ء ، أ ب) فهو محيط مع العمود الخارج من نقطة التقاطع القائم على الخط المفرد بزاويتين قائمتين .

فيكون الخط الأخير المقاطع له يحيط مع العمود بزاوية أقل من قائمتين فهما يلتقيان .

فهذه القضية أعنى خطين متقاطعين موازيان خطا واحدا ترجع الى القضية التى ذكرها أوقليدس ، وقد يتبين صحة تلك بالبرهان فى شرح المصادرات » .

وما يعنيه ابن الهيثم استحالة وجود خطين متقاطعين وهما فى الوقت نفسه موازيان للخط المنفرد ، أى من المستحيل أن يوازى كل من الخطين ج ء ، هـ و المتقاطعين فى نقطة م الخط المنفرد أ ب .

ويستطرد ابن الهيثم قائلا :

« فهذه القضية اذن صادقة ، وأما أن هذه القضية أظهر من تلك عنـــد الحس ، وأوقع في النفس ، فلأن الخطين المتوازيين اللذين لا يلتقيان (أ ب ، حـ ء) يكون البعد الذى بينهما أبدا متساويا ، وقد تبين فى الشكل الأول من شرح المصادرات أن ذلك كذلك ، ومع هذه الحال فتساوى البعد بين الخطين المتوازيين يشهدها الحس ، لأن كل خطين يوجدان فى الأجسام الطبيعية ، اذا كان البعد الذى بينهما متساويا ، والحس يشعر بهما فهما لا ينتهيان •

واذا فرض الخطان ، وفرض أنهما لا يلتقيان ، فالحس يشهد أن الأبعاد التى بينهما متساوية ، فالحس يشهد أن الخطوط المحسوسة التى أبعاد ما بينها متســـاوية لا تلتقى ، والخطوط المتوازية التى لا تلتقي يشهد الحس والتمييز جميعا أن الأبعاد التى بينها أبدا متساوية ، فاذن لابد أحد الخطين المتقاطعين موازيا للخط المفرد ، فالحس والتمييز يشهدان أن الأبعاد التى بينهما أبدا متساوية •

واذا كانت الأبعاد التى بين أحد الخطين المتقاطعين ، وبين الخط المنفرد متساوية ، فان الأبعاد التى بين الخط الآخر وبين الخط المنفرد يشهد الحس والتمييز بأنها مختلفة ، لأن هذا الخط الآخر يكون فيما بين الخطين المتوازيين ، وتكون الأعمدة التى تقع منه على الخط المنفرد مختلفة لأنه كلما أخرج على استقامته ، تعد من الخط المقاطع له ، وكلما بعد فصل من الأعمدة التى تقع بين الخطين المتوازيين مقاديرا أعظم ، والحس يشهد بذلك » •

وابن الهيثم يعنى من ذلك أن الخط م ن اذا تحرك فى اتجاه ب ، ء فان طوله يكبر كلما مد على استقامته حتى يقاطع الخط هـ و ، أى حركته الى اليسار تسبب زيادة طوله ، وحركته الى اليمين تسبب قصر طوله ، والطول هنا ما بين الخطين أ ب ، هـ و •

ويستمر ابن الهيثم في برهانه :

« ولهذه العلة يشهد الحس والتمييز أن الخطين المتقاطعين لا يوازيان خطا واحدا ، فاذا صودر على القضايا الخمسة من غير تمييز ولا برهان ، فالأولى أن نجعل هذه القضية ، أعنى خطين متقاطعين لا يوازيان خطا واحدا بدلا من القضية الأخيرة » .

* * *

تفكير ابن الهيثم هذا لم يعجب عمر الخيام ، فتناوله بالنقد فى مخطوطه « مصادرات أوقليدس » حيث قال فى مقدمته :

« وقد أتى بمصادرة عظيمة (أى أوقليدس) ولم يبرهن عليها ، وهى قوله ان كل خطين مستقيمين يقطعان خطا مستقيما على نقطتين خارجين منه فى جهة واحدة على أقل من زاويتين قائمتين ، فانهما يلتقيان فى تلك الجهة ، بل أخذها مسلمة ، وهذه مسألة هندسية لا يتبرهن الا فيها أصلا ، فهى لازمة للمهندس شاء أم أبى ، وليس له أن يبنى عليها شيئا الى بعد البيان .

ثم انى شاهدت جماعة من متصفحى كتابه ، وحالى شكوكه لم يتعرضوا لهذا المعنى أصلا لصعوبته ، مثل ايرن وأوطوقس من المتقدمين ، أما المتأخرون فقد مدت منهم جماعة أيديهم الى البرهان عليها ، مثل الخازن والشنى والتبريزى وغيرهم ، فلم يتأت لواحد منهم برهان نقى ، بل كل واحد منهم صادر على أمر ليس تسليمه بأسهل من هذا ، ولولا كثرة نسخ تلك الكتب ، وكثرة مزاوليها والناظرين فيها لكنت أوردها ها هنا ، وأبين وجه المصادرة والغلط ، على أن تعرف ذلك من مسطوراتهم أمر سهل جدا .

وقد شاهدت كتابا لأبى على بن الهيثم رحمه الله ، موسوما ب « حل شكوك المقالة الأولى » فلم أشك أنه قد تصدى لهذه المقدمة وبرهن عليها ، فلما تصفحته مبتهجا به صادفت المصنف قد قصد أن تكون هذه المصادرة فى صدر المقالة من جملة سائر المبادىء من غير احتياج الى برهان ، وتكلف فى ذلك تكلفا خارجا عن الاعتدال ، وغير

حدود المتوازيات ، وفعل أشياء عجيبة كلها خارجة عن نفس الصناعة منها أنه قال اذا تحرك خط مستقيم قايم على خط آخر ، ويكون قيامه محفوظا على ذلك الخط فى حركته ، فانه يفعل بطرفه الآخر خطا مستقيما ، فان الخط الحادث مواز للخط الساكن ، ثم يأخذ هذين الخطين ويلويهما ويحركهما ، ويعتبر فيهما عدة اعتبارات كلها خارجة ، حتى يصح له فى الصدر هذه المقدمة بعد ارتكاب هذه المصاعب والمنكرات .

وهذا كلام لا نسبة له الى الهندسة أصلا من وجوه ، منها أنه كيف يتحرك الخط على الخطين مع انحفاظ القيام ، وأى برهان على أن هذا يمكن ؟ ومنها أنه أية نسبة بين الهندسة والحركة ، وما معنى الحركة ؟ ، ومنها أنه قد بان عند المحققين أن الخط عرض لا يجوز أن يكون الا فى سطح ، ذلك السطح فى جسم ، أو يكون نفسه فى جسم من غير تقدم سطح ، فكيف يجوز عليه الحركة عن موضوعه ؟ ، ومنها أن الخط كيف يحصل عن حركته النقطة وهو قبل النقطة بالذات والوجود ؟ » .

ويستمر عمر الخيام (١٠٤٠ — ١١٣٢ م) فى نقده الشديد لابن الهيثم حتى فى استشهاده ببراهين أوقليدس قائلا بلفظه :

« ولقايل أن يقول ان أوقليدس قد حد الكرة فى صدر المقالة الحادية عشر بشىء من هذا القبيل ، وهو قوله : الكرة حادثة من ادارة نصف دايرة الى أن يعود الى المبتدأ ، فنجيب ونقول ان الرسم الحقيقى الظاهر للكرة معلوم ، وهو أنه شكل مجسم يحيط به سطح واحد فى داخله نقطة ، كل الخطوط المستقيمة الخارجة منها الى السطح المحيط متساوية ، وأوقليدس عدل عن هذا الرسم الى ما قال مجازفة ومساهلة ، فانه فى هذه المقالات التى يذكر فيها المجسمات تساهل جدا تعويلا منه على تدرب المتعلم عن دخوله اليها ، ولو كان لهذا الترسيم معنى لكان يحد الدائرة بأن يقال ان الدايرة هى شكل

مسطح حادث عن ادارة خط مستقيم فى سطح مستو بحيث يثبت أحد طرفيه فى موضعه وينتهى الآخر الى مبتدأ الحركة ، فلما عدل عن هذا النوع من الترسيم لمكان الحركة وأخذه ماليس له مدخل فى الصناعة مبدأ فيها ، لزمنا أن نقفو آثارهم ولا نخالف الأصول البرهانية والدستورات الكلية المذكورة فى كتب المنطق .

ثم ليس تحديد اقليدس للكرة مثل تحديد هـذا الرجل (ابن الهيثم) ، وذلك أن أقليدس عرف شيئا ما بوجه غير مرض ، وذلك الشىء معلوم من عدة وجوه أخر ، وتعريفه المذموم لا يصير مقدمة لأمر عظيم الشأن ، بل يعدل عن تعريف آخر أحسن منه ، وهذا الرجل (ابن الهيثم) اجتهد فى هذا النوع من التعريف المنكر أن يصيره مقدمة لاثبات أمر لا يكاد يثبت الا بالبرهان ، فبين الرجلين فى التعريفين فرق ، هذا الشك فى صدر المقالة الأولى » .

ان من يقرأ هذا النقد العنيف لعمر الخيام يشعر بمدى تغلغل فكرة الشعوبية فيه ، فعمر الخيام ايرانى والحسن بن الهيثم عراقى عربى ، ومخاطبته بـ « هذا الرجل » يشعر بتعاليه عند التحدث عن عالم كبير توفاه الله قبل أن يولد الخيام ببضع سنوات ، مع أن برهان ابن الهيثم فيه حساسية وحركة ، أما براهين الخيام ففيها « سكوت » على غرار براهين الأغارقة .

* * *

لم يقف النضال العلمى عند هذا الحد ، بل استمر دفاقا فى الشرق الاسلامى برغم محنة المغول وتحطيم الخلافة العباسية فى بغداد بعد هجمات الطاغية هولاكو خان الذى انتظم فى خدمته العالم المحقق الكبير نصير الدين الطوسى (١٢٠١ — ١٢٧٤) .

تناول هذا العالم مؤلفـات أوقليدس : أصوله ومصادراته وشكوكه وألف فى هذا الصدد كتابه تحرير أصول أوقليدس الذى

طبع فى روما سنة ١٥٩٤ م على الحجر فى القرن السادس عشر ، وكان قد ترجم الى اللاتينية قبل ذلك ٠

قال الطوسى عن مصادرة أوقليدس الخامسة :

« لما كانت لا تعتبر ضمن القضايا المشتركة بين العلوم جميعا ، ولا يختص بالنظر فيها علم غير الهندسة ، فهى ليست مما يجوز أن يطلب التسليم به فى الهندسة ، وانما ينبغى ادراجها فى عداد القضايا التى يطلب عليها البرهان الهندسى » ٠

ولكى يبرهن الطوسى على المصادرة الأوقليدية ، يطالب منا التسليم بقضية أخرى يضعها بدلا منها ، وهذا هو المنحى الذى سبق أن اتجه اليه ابن الهيثم واعترض عليه عمر الخيام ، وصياغة الطوسى هكذا :

« الخطوط المستقيمة الكائنة فى سطح مستو ، ان كانت موضوعة على التباعد فى جهة فهى لا تكون موضوعة على التقارب فى تلك الجهة بعينها ، وبالعكس الا أن يتقاطعا » ولنا أن نتساءل عما اذا كانت هذه القضية الجديدة لا يرد عليها نفس الاعتراض الذى أورده الطوسى على المصادرة الأوقليدية ، فمما لا شك فيه أنها ليست من القضايا التى تتضح فى غير علم الهندسة ، فهل معنى ذلك أنه اعتبرها من العلوم المتعارفة ؟ لا يجيب الطوسى صراحة على هذا السؤال ، وكل ما نستطيع افتراضه أنه اعتبرها أكثر وضوحا من مصادرة أوقليدس ٠

وبالطبع يجيز الطوسى لنفسه فى برهانيه أن يستخدم ما يشاء من القضايا الأوقليدية السابقة على القضية ٢٩ من المقالة الأولى من كتاب « الأصول » وهى القضية التى يفترض فيها أوقليدس المصادرة الخامسة للمرة الأولى فى كتابه ، ولكن الطوسى لم يكن باستطاعته أن يتم برهانيه معتمدا على تلك القضايا وحدها ، وانما

اضطر الى التسليم بقضية أخرى ، قد استعملها أوقليدس . كما يقول ويصوغها الطوسى هكذا .

« كل مقدارين محدودين مختلفين بالعظم والصغر ، فالصغير يصير أعظم من العظيم بالتضعيف مرة بعد أخرى » .

تعرف هذه القضية الأخيرة بـ « مصادرات أرشميدس » وان لم يكن أرشميدس أول من استعملها ، فالمعلوم (نقلا عن أرشميدس نفسه) أن أودكسوس (٣٦٧ ق.م) قد استعان بها فى البرهنة على بعض القضايا التى ظهرت فيما بعد فى كتاب « الأصول » .

وكذلك استعملها أوقليدس فى برهانه على القضية الأولى من المقالة العاشرة ، مستندا فى تبريره لها الى تعريفه للمقادير ذوات النسبة كما ذكره فى المقالة الخامسة .

« يقال عن المقادير أنها ذات نسبة الى بعضها البعض ، اذا كان يزيد بعضها على البعض بالتضعيف » .

وهكذا يتضح لنا أن الطوسى قد استعان بوسائل ليبلغ هدفه فى برهان المصادرة الخامسة لأوقليدس ، وهذه الوسائل هى :

١ ـ المصادرة الجديدة التى ابتكرها الطوسى نفسه كما ذكرناها .

٢ ـ القضايا الأوقليدية المفروضة والمبرهنة الى ما قبل القضية ٢٩ من المقالة الأولى من كتاب « الأصول » فيما عدا المصادرة الخامسة طبعا .

٣ ـ مصادرة أرشميدس التى يسلم بها أقليدس فى المقالة العاشرة .

لسنا هنا فى مكان الاسترسال لشرح براهين الطوسى ، اذ لا مجال لها هنا . ولكننا أردنا أن نوضح مدى عمق العلماء

الاسلاميين عندما يتناولون قضية من القضايا بالشرح والتنفيـــذ
والتوضيح مما كان له أثره البعيد فى لحظات اليقظة الأولى لعلماء
عصر النهضة الأوروبية حيث تتابعت محاولات البرهنة على المصادرة
الخامسة منذ محاولات الأب اليســوعى « جيرولامو ساكيرى »
(١٦٦٧ – ١٧٣٣) الذى كان استاذا للرياضيات فى جامعة باڤيا
بايطاليا ، ومن ثم تكاثرت سريعا فى القرنين الماضـــيين أى الثامن
والتاسع عشر ، وكان الأساس مجموعة ما يعرف باسم « نظرية
التوازى » النابعة من المصادرة الخامسة هذه .

ويعترف ساكيرى نفسه بأنه اطلع على محتويات النص العربى
الذى طبع فى روما عام ١٥٩٤ ، وتميزت محاولاته بشيئين :
استقصاء البحث واستخدام برهان الخلف .

وهو يؤمن كغيره بصدق المصادرة الخامسة ، وبصدق براهين
ابن الهيثم وعمر الخيام والطوسى وغيرهم التى نقلت فيما نقلت
من العلوم الى أوروبا ، ولكنه كان أيضا مثل الكثيرين غيره يشعر
بضرورة البرهنة عليها ، ونحن نعلم أن البرهنة على قضية ما بواسطة
برهان الخلف تبدأ بافتراض كذب هذه القضية ، أو بعبارة أخرى
تبدأ بافتراض صدق نقيض هذه القضية ، فاذا أدى هذا الافتراض
الى قضية متناقضة (كاذبة) كان هذا دليلا على كذب الفرض ،
وبذلك نتوصل الى ثبات صدق القضية الأولى التى أردنا البرهنـة
عليها ، وهذا هو ما حاوله ساكيرى مع فارق واحد غير جوهرى من
الناحية الصورية ، هو أنه بدأ بافتراض كذب قضـــية مكافئـة
للمصادرة الخامسة ، بدلا من أن يبـــدأ بافتراض كذب المصادرة
نفسها .

وكان فى انتظار ساكيرى مفاجأة لم يكن يتوقعها ، ذلك أنه
لم يتوصل الى التناقض الذى كان يأمل فيه الا بعد أن برهن على
عدد كبير من القضايا المخالفة لما يناظرها فى أوقليدس ، بل سرعان

ما أظهر البحث فيما بعد أن ذلك التناقض الظاهرى لم يكن فى الحقيقة الا نتيجة لخطأ صورى فى الاستنباط ، وأن النسق الذى بناه ساكيرى على القضية التى اعتقد بكذبها كان فيما يبدو خاليا من كل تناقض ، ومعنى ذلك أننا مالم نكشف عن تناقض فى هـذا النسق ، فلابد من أن نسلم بامكان قيامه باعتباره نظرية هندسية تخالف قضاياها قضايا الهندسة الأوقليدية ، الا أن هذه النظرية الجديدة لها من الناحية الصورية على الأقل مثل ما للهندسة الأوقليدية من حق الوجود .

وهكذا كان اكتشاف أول الهندسات اللاأوقليدية على يد ساكيرى ولكن بالرغم منه ، وهكذا نشأت العلوم الجديدة فى محيط ومناخ غير اسلامى ، نشأت من مشاكل طارئة بعد جهد من بحوث فرعية .

ومن ذلك الحين اتجهت الأبحاث فى المصادرة الخامسة وجهة جديدة ، فقد كان من آثار محاولة ساكيرى هذه أن بدأ الشك يتسرب الى نفوس الرياضيين فى امكان البرهنة عليها ، كما أن النتائج التى توصل اليها ساكيرى بعثت رغبة جديدة فى ولوج أنماط أخرى كان قد فتح الطريق اليها .

واستطاع بالفعل الرياضى السويسرى يوهان هينرج لامبرت (١٧٢٠ ـ ١٧٧٧) أن يضيف عددا كبيرا من القضايا الى ما سبق أن استنبطه ساكيرى من افتراض كذب المصادرة الأوقليدية ، وبين الرياضى الفرنسى أدريان مارى لچاندر (١٧٥٢ ـ ١٨٣٢) فى بحوث عديدة ما كان قد أدركه ساكيرى من أن هناك صلة جوهرية بين نظرية التوازى الأوقليدية والقضية القائلة بتساوى مجموع زوايا المثلث القائمتين .

وشيئا فشيئا أخذ البحث ينأى عن محاولة البرهنة على مصادرة أوقليدس أو على قضية مكافئة لها ، وسار فى طريق مستقلة عن

هذه المصادرة ، فكانت بحوث شفايكارت (١٧٨٠ ـ ١٨٥٧ م) وتورينوس (١٧٩٤ ـ ١٨٧٤ م) وجاوس (١٧٧٧ ـ ١٨٥٥ م) ولوباتشيفسكى (١٧٩٣ ـ ١٨٥٠) ويولياى (١٨٠٢ ـ ١٨٦٠) وريمان (١٨٢٦ ـ ١٨٦٦) وكلها أبحاث فى الهندسيات اللاأوقليدية بمعنى الكلمة .

وينبغى أن نلاحظ أخيرا أن جاوس كان أول من أعلن الاعتقاد باستحالة البرهنة على مصادرة أوقليدس ، ولكن هـذه الاستحالة لم تثبت بالبرهان الا على يد بلترامى (١٨٦٨ م) وهويل فى مقال له نشر عام ١٨٧٠ م .

* * *

والمتتبع لتاريخ العلم يرى أن « كتاب الأصول » لأوقليدس قد تعرض لمعارك علمية غزيرة ، فى العصر الاسكندرانى ثم فى العصر الاسلامى بعد ترجمته من السوريانية الى العربية ، وألفت كتب كثيرة عن مصادراته ، وكتب أخرى فى حل شكوكه التى نشأت عن غموض بعض براهينه ، وفى هذا يقول ابن الهيثم فى مخطوطه « حل شكوك أوقليدس فى الأصول وشرح معانيه » ما يلى بلفظه :

« كل معنى تغمض حقيقته ، وتخفى بالبديهة خواصه ، ويشك به فى بعض أحواله غيره ، فالشك متسلط عليه ، وللمعاند والمشكك طريق مقنع الى معاندته ، والطعن عليه ، وخاصة العلوم العقلية والمعانى البرهانية ، اذ العقل والتمييز مشترك لجميع النـاس ، وليس جميعهم متساوى الرتبة فيها ، وليس يذعن واحد من الناس لغيره فيما يدعى صحته بالقياس ، ولا تصح دعواه فى نفسه ، الا بعد أن يصح له ذلك المعنى بقياسه وتمييزه الذى استأنفه هو وتشكك صحته فى عقله » .

ثم قال :

« واذا لم تظهر له الحقيقة فقد عرض له التشكك ، فالتشكك

واقع لأكثر الناس فى المعانى الخفية ، ومن جملة المعانى اللطيفة التى يشتمل عليها كتاب أوقليدس فى الأصول ، وهذا الكتاب هو الغاية التى يشار اليها فى صحة البراهين والمقاييس ، ومع ذلك فلم يزل الناس قديما وحديثا يتشككون فى كثير من معانى هذا الكتاب ، كثير من مقاييسه ، ويتكلف أصحاب علم التعاليم حل كل الشكوك وكشف فسادها وصحة المعانى المتشكك فيها » .

ثم يستطرد ابن الهيثم فيوضح السبب الذى دعاه الى تأليف كتابه هذا فيقول : « وقد ألفت فى حل شكوك هذا الكتاب كتب ومقالات للمتقدمين والمتأخرين ، الا أننا ما وجدنا فى هذا المعنى كتابا مستوفيا لجميع الشكوك التى يحتمل أن يعترض بها فى معانى هذا الكتاب ، ولا كتابا مشتملا حلها » .

وفى تصورى أن ابن الهيثم كان يمارس القاء المحاضرات كما نقول بلغة العصر الحاضر ، وموقفه بالنسبة لعصره كموقف الفقيه الذى يدافع عن مذهب ما يعتقد بصحته ، ويتولى الرد على الهجمات التى تتصدى لمذهبه هذا ، وفى الواقع أن من يطلع على كتاب ابن الهيثم فى حل الشكوك لأوقليدس فى الأصول وشرح معانيه يشعر بأنه أمام فقيه فى الرياضيات يفند كل نظرية ويرد على الهجوم نقطة نقطة ، ويقوم بالشرح بأسلوبه فلذلك فهو يضيف الى جميع ذلك — العلل التعليمية فى الأشكال العلمية ، وان كانت علل المعانى العلمية كما يقول هى المقدمات التى تستعمل فى براهين الأشكال ، فان تلك العلل القريبة ، والذى يزيده هو فى كل شكل هو العلة الأولى البعيدة وفى هذا المعنى ما ذكره أحد من المتقدمين ولا المتأخرين على ابن الهيثم ، ثم يضيف الى ذلك أيضا أن بين الأشكال التى بينها أوقليدس ببراهين الخلف ما يدعو الى التشكك فهو يوضحها ببراهين مستقيمة حتى يصبح الكتاب مستوفيا فى شروحه .

وحين يبتدىء ابن الهيثم فى الشكوك فهو يبتدىء بالمقدمات

المذكورة فى المصادرات ، التى يقسمها الى وحدات منها ما هو متسلم ومنها ما هو مبين ومنها ما هو محدود ، فكل متسلم يحتمل التشكك ، وكل ما هو مبين بالقياس فقد يمكن أن يعترض على مقدمات قياسه ، وكل ما هو محدود فيمكن أن يطعن فى حدوده .

وليس المجال هنا في تلخيص كتابه هذا فهو مخطوط يقع فى حوالى ١٨١ ورقة ، وتوجد منه نسخة فى مكتبة جامعة استانبول ، وبمعهد المخطوطات بالجامعة العربية صـــورة فوتوغرافية منه ، اذ يعجز المجال هنا عن ذلك ، فنكتفى بذكر قليل من الأمثلة لنرى مدى العمق الذى يتصف به ابن الهيثم فيقول بلفظه :

« ان اوقليدس قال فى أول كتابه النقطة هى شيء لا تجزئة له ، وهذا القول يتوجه عليه الشك من وجهين أحدهما أنه أثبت النقطة انية موجودة ، ثم حدها ، لأنه ليس يمكن أن يحد شيء من الأشياء الا بعد أن تكون انيته موجودة ، لأن الحد هو قول دال على مائية المحدود ، فهو يميز المحدود من غيره ، وليس يمكن أن يميز شيء من أشياء الا بعد أن يكون ذلك المعنى ، وجميع تلك الأشياء موجودة ، وما بين اوقليدس أن النقطة موجودة .

والقول الثانى هو أن قوله هى شيء لا جزء له قد جعله حـــدا للنقطة ، والحد انما يوجد من جنس وفصل ، فقد جعل الشيء جنسا للنقطة ، ثم فصله بقوله لا جزء له ، فجعل لا جزء له فصلا ، وليس تنفصل النقطة من جميع الأشياء بأنها لا تتجزأ ، لأن مالا يتجزأ هو أشياء كثيرة .

وانما المتجزىء من جميع الموجودات هو المقادير فقط ، وما سوى المقادير فليس يتجزأ كالوحدة وكالهيولى الأولى وكالعقل الفعال وكالعدم ، فان لا شيء يتجزأ ، وكل واحد من هذه يسمى شيئا ، فقوله لا جزء له ليس يفصل به النقطة عن غيرها ، هذا اذا أثبت أن انية النقطة موجودة » .

يتولى ابن الهيثم الرد على هذه القضية شارحا :

« فنقول فى جواب هذا القول اما أخذه لوجود انية النقطة ، فذلك لأن الكلام فى وجود الموجـــودات ليس هو كلاما هندسيا ، ولا يجب على المهندس اثبات انية النقطة ، ولا اثبات شيء من انيات المقادير التى يستعملها ، لأن اثبات وجود انيات الموجودات انما هو على الفيلسوف لا على المهندس .

فأما قوله هى شيء لا جزء له فلم يقصد به الحد الذى يشير اليه المتفلسفة ، وانما جعله قولا دالا على المعنى الذى يسميه نقطة ، وذلك أن المهندس اما كلامه فى المقادير ، وجميع المقادير يتجزأ ، والنقطة هى شيء يكون فى المقادير ، ومع ذلك فليس يتجزأ ، فلذلك أشار اليها أنها لا تتجزأ ، فقول لا جزء له هو معنى يفصل النقطة من المقادير التى هى فيها ، وليس هو بمحتاج الى أن يفصلها من غير المقادير اذ كانت لا توجد الا فى المقادير أو منتزعة من المقادير .

وهذا القول كاف فى حل شك من طعن على تحديد أوقليدس للنقطة » .

ثم يستمر ابن الهيثم فى هـــذا النسق من الشرح والتعميق فيقول عن الخط :

« قال أوقليدس والخط طول لا عرض له ، وليس يعترض فى هذا الجواب شك ، اذ الخط هو البعد بين كل نقطتين ، والنقطة لا طول لها ولا عرض ولا سمك ، فالبعد بين كل نقطتين لا عرض له .

وأيضا فان الخط هو تقاطع سطحين ، والسطح لا سمك له ، فالخط لا عرض له لأنه لو كان له عرض لكان يكون العرض سمكا لأحد السطحين ، فليس يعترض فى هذا القول شك ، أعنى قول أوقليدس والخط طول لا عرض له .

ثم قال أوقليدس ونهايتا الخط نقطتان .

فهذا القول يعترض فيه شك من وجه واحد ، وهو أن يقال ان أوقليدس قد جعل هذا القول قولا كليا يطرد على كل خط ، فقد أخذ أن كل خط فهو متناهى ، وليس كل خط متناهيا لأنه قد يمكن أن نفترض خط مستقيم وخطوطه منحنية ، ولا نفترض لها نهايات ، فالخط المحيط بالدائرة أيضا ليس له نهاية موجودة ، واذا كان ليس كل خط متناهيا ، فليس لكل خط نهايتان ، فليس كل خط نهايتاه نقطتان .

فنقول فى جواب هذا الشك ان أوقليدس انما تكلم على الخطوط الموجودة فى التخيل وكل خط من الخطوط المستقيمة والمنحنية الموجودة فى التخيل فهو متناهى ، لأن ما لا نهاية له من الخطوط المستقيمة لا يتشكك فى التخيل » .

ثم يستمر ابن الهيثم فى ذكر التفاصيل الدقيقة لتعريف الخطوط المستقيمة والمستديرة والبسيط أى السطح ، فيقول أن كل نقطتين من النقط التى على الخط المستقيم ، فالجزء من الخط الذى بين تلك النقطتين ، هو أقصر الأبعاد التى بين تلك النقطتين ، وهذا القول هو حد للخط المستقيم ، وللخط المستقيم حدود كثيرة ، وهو فى هذا الكتاب انما يحل ما يعترض به على كلام أوقليدس فقط من الشكوك ،

ثم يعرف البسيط بأنه هو ماله طول وعرض فقط ، ويقول :

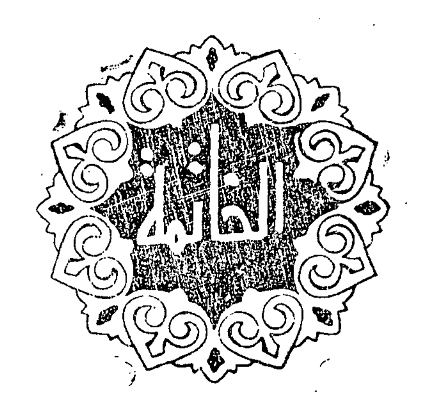
« فليس يعترض في هذا القول شك ، ونهايات البسيط خطوط ، وهذا القول يعترض عليه شك مثل الشك الذى تقدم ذكره فى الخط ، أعنى أن يقال ان قول أوقليدس هو قول كلى يدل على أنه يعتقد أن كل سطح فهو متناهى » ، والجواب نفس الجواب الذى مر بتعريف الخط أنه موجود فى التخيل .

ورغم هذه الشروح المضنية لابن الهيثم فى شكوك أوقليدس ،

فانه لم يسلم من النقد كما حدث له فى مصادرات أوقليدس الذى تعرض فيه لنقد عمر الخيام ، والنقد فى هذا الصدد انما جاء من عالم آخر هو « أبو الفتوح نجم الدين أحمد بن محمد بن السرى البغدادى » المعروف بابن الصلاح المتوفى عام ٥٤٨ هـ أى عام ١١٥٣ م ، وعنوان كتابه المقالات السبع وهو مخطوط موجود بمكتبة فيض الله ، وله صورة فوتوغرافية بمعهد المخطوطات بالجامعة العربية .

وقد تناول في المقالة الرابعة « الرد على ابن الهيثم فيما وهم فيه من كتاب شكوك أوقليدس » .

مثل من أمثال اعتراضاته عن الشكل العشرين فى المقالة الثالثة ، قال أخطأ أبو على ابن الهيثم فى برهان هذا الشكل وجعله به خاصا مع أنه عام ، ويعزز اعتراضه ببرهان فى النسبة والتناسب ، ويحتاج التفصيل فى هذا الموضوع الى الكثير مما لا يحتمله هذا الكتاب .



الخاتمة

ابن الهيثم وهذا شأنه فى علم الضوء وفى شتى أنواع المعرفة ، خليق بأن تمجده جامعاتنا وأن تحيى ذكراه فى كل حين ، وخليق بوزارة التعليم العالى أن تنشىء كرسيا لتاريخ العلم فى احدى الجامعات ، يطلق عليه كرسى ابن الهيثم لتاريخ العلوم ، وأن يطلق على أحد المدرجات اسمه تخليدا له على مر السنين .

وخليق بوزارة الثقافة أن تحيى ذكراه باقامة مهرجان له بجامعة الدول العربية ، مثله كمثل ابن خلدون الذى أقيم له تمثال رمزى بمركز البحوث الجنائية ، وابن الهيثم لا يقل عن ابن خلدون علوا وشأنا .

منذ سنوات أقامت حكومة ايران مهرجانا كبيرا لابن سينا ، حضره مندوبون من جميع أرجاء العالم ، وابن الهيثم معاصر لابن سينا ، ولكنه كان أقل حظا منه .

وأقام الاتحاد السوفيتى جامعة فى طشقند عاصمة أوزبكستان، وأطلق عليها اسم جامعة البيرونى للدراسات الشرقية .

وابن الهيثم معاصر للبيروني أيضا ، ولكنه كان أقل حظا منه .

وابن سينا والبيرونى كانا فى رغد من العيش ، أما ابن الهيثم فقد عاش فقيرا ، ومات معدما .

مات فى القاهرة بعد أن اكتسب رعويتها بحكم اقامته فيها بجوار الجامع الأزهر ، وبحكم انتاجه الوفير فى البصريات والرياضيات والفلكيات وغيرها ، وابن سينا تمجده حكومة ايران ، والبيرونى يمجده الاتحاد السوفيتى ، أما ابن الهيثم المصرى فلا يجد عزاء سوى بضعة مجهودات فردية من الجمعية المصرية لتاريخ العلوم ، مجهودات ضئيلة تحتاج الى تدعيم على النطاق العربى الواسع العريض .

وتراث ابن الهيثم العلمى ، فى احيائه تدعيم للقومية العربية .

وقد آن الأوان لاحياء تراث هذا العملاق ، الذى لم ينل حظا فى حياته ، ولم تنل بحوثه من التقدير والتمجيد بعد مماته فى الدولة الأيوبية وما بعدها حتى اليوم ما هى جديرة به .

والوقت الحاضر هو أنسب الأوقات فلنبتدىء !!

فهرس الكتاب

صفحة

فهرس الكتاب

صفحة

صدر من سلسلة أعلام العرب

اسم الكتاب	المؤلف
١ ـ محمد عبده	عباس العقاد
٢ ـ المعتمد بن عباد	علي أدهم
٣ ـ جابر بن حيان	د . زكي نجيب محمود
٤ ـ عبد الرحمن بن خلدون ...	د . علي عبد الواحد وافي
٥ ـ ابن تيمية	د . محمد يوسف موسى
٦ ـ معاوية	ابراهيم الابياري
٧ ـ سيد درويش	د . محمد أحمد الحفني
٨ ـ عبد القاهر الجرجاني	د . أحمد بدوي
٩ ـ عبد الله النديم	د . علي الحديدي
١٠ ـ عبد الملك بن مروان	د . ضياء الدين الريس
١١ ـ مالك	امين الخولي
١٢ ـ القلقشندي	د . عبد اللطيف حمزه
١٣ ـ الطبري	د . أحمد محمد الحوفي
١٤ ـ الظاهر بيبرس	د . سعيد عبد الفتاح عاشور
١٥ ـ ابن الفارض	د . محمد مصطفى حلمي
١٦ ـ المختار الثقفي	د . علي حسني الخربوطلي

اسم الكتاب	المؤلف
١٧ ـ الوليد بن عبد الملك	د . سيدة اسماعيل الكاشف
١٨ ـ الاصمعى	د . أحمد كمال زكى
١٩ ـ زكريا أحمد	صبرى أبو المجد
٢٠ ـ قاسم امين	د . ماهر حسن فهمى
٢١ ـ شكيب ارسلان	أحمد الشرباصى
٢٢ ـ ابن قتيبة	د . عبد الحميد سند الجندى
٢٣ ـ ابو هريرة	محمد عجاج الخطيب
٢٤ ـ عبد العزيز البشرى	د . جمال الدين الرمادى
٢٥ ـ الخنساء	محمد جابر الحينى
٢٦ ـ الكندى	د . أحمد فؤاد الاهوانى
٢٧ ـ الصاحب بن عباد	د . بدوى طبانه
٢٨ ـ الناصر بن قلاوون	د . محمد عبد العزيز مرزوق
٢٩ ـ أحمد زكى	انور الجندى
٣٠ ـ حسان بن ثابت	د . سيد حنفى حسنين
٣١ ـ المثنى بن حارثة الشيبانى ...	عقيد : محمد فرج
٣٢ ـ مظفر الدين كوكبورى	عبد القادر أحمد
٣٣ ـ رشيد رضا	د . ابراهيم أحمد العدوى
٣٤ ـ اسحاق الموصلى	د . محمود أحمد الحفنى
٣٥ ـ ابو حيان التوحيدى	د . زكريا ابراهيم
٣٦ ـ ابن المعتز العباسى	د . أحمد كمال زكى
٣٧ ـ الزهاوى	د . ماهر حسن فهمى
٣٨ ـ أبو العلاء المعرى	د . عائشة عبد الرحمن
٣٩ ـ أحمد لطفى السيد	د . حسين فوزى النجار
٤٠ ـ الجوينى امام الحرمين	د . فوقية حسين

اسم الكتاب	المؤلف
٤١ ـ صلاح الدين الايوبى	د . سعيد عبد الفتاح عاشور
٤٢ ـ عبد الله فكرى	محمد عبد الغنى حسن
٤٣ ـ عبد الله بن الزبير	د . على حسنى الخربوطلى
٤٤ ـ عبد العزيز جاويش	أنور الجندى
٤٥ ـ ابن رشيق القيروانى	عبد الرءوف مخلوف
٤٦ ـ محمد بن عبد الملك الزيات ...	محمود خالد الهجرسى
٤٧ ـ حفنى ناصف	محمود غنيم
٤٨ ـ أحمد بن طولون	د . سيدة اسماعيل كاشف
٤٩ ـ محمود حمدى الفلكى	أحمد سعيد الدمرداش
٥٠ ـ أحمد فارس الشدياق	محمد عبد الغنى حسن
٥١ ـ المهدى العباسى	د . على حسنى الخربوطلى
٥٢ ـ الأشرف قانصوه الغورى ...	د . محمود رزق سليم
٥٣ ـ رفاعه الطهطاوى	د . حسين فوزى النجار
٥٤ ـ زرياب	د . محمود أحمد الحفنى
٥٥ ـ الكندى « المؤرخ »	د . حسن أحمد محمود
٥٦ ـ ابن حزم الاندلسى	د . زكريا ابراهيم
٥٧ ـ ابن النفيس	د . بول غليونجى
٥٨ ـ السيد أحمد البدوى	د . سعيد عبد الفتاح عاشور
٥٩ ـ المأمون	د . محمد مصطفى هدارة
٦٠ ـ المقرى	محمد عبد الغنى حسن
٦١ ـ جمال الدين الأفغانى	عبد الرحمن الرافعى
٦٢ ـ الجاحظ	د . أحمد كمال زكى
٦٣ ـ ابن ماجد	د . أنور عبد العليم

اسم الكتاب	المؤلف
٦٤ ـ محمد توفيق البكرى	د . ماهر حسن فهمى
٦٥ ـ محمود سامى البارودى	د . على محمد الحديدى
٦٦ ـ ابن زيدون	على عبد العظيم
٦٧ ـ عمر مكرم	د . عبد العزيز محمد الشناوى
٦٨ ـ موسى بن نصير	د . ابراهيم أحمد العدوى
٦٩ ـ أبو الحسن الشاذلى	د . عبد الحليم محمود
٧٠ ـ عبد العزيز بن مروان	د . سيدة اسماعيل كاشف
٧١ ـ على مبارك	د . حسين فوزى النجار
٧٢ ـ أبو الحسن الشاذلى	د . عبد الحليم محمود
٧٣ ـ العزيز بالله الفاطمى	د . على حسنى الخربوطلى
٧٤ ـ أبو بكر الطرطوشى	د . جمال الدين الشيال
٧٥ ـ يونس بن حبيب	د . حسين نصار
٧٦ ـ صقر قريش	عباده كحيلة
٧٧ ـ البيرونى	د . محمد جمال الفندى د . امام ابراهيم أحمد
٧٨ ـ عبد الكريم الخطابى	د . جلال يحيى
٧٩ ـ أسامة بن منقذ	د . أحمد كمال زكى
٨٠ ـ محيى الدين بن العربى	عبد الحفيظ فرغلى
٨١ ـ مصطفى صادق الرافعى ...	د . كمال نشأت
٨٢ ـ أبو جعفر المنصور	على أدهم
٨٣ ـ ابن الأثير الجزرى	د . عبد القادر أحمد طليمات
٨٤ ـ أبو العباس المرسى	د . عبد الحليم محمود
٨٥ ـ الحسن بن الهيثم	أحمد سعيد الدمرداش